



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

PRISCILA DO NASCIMENTO SILVA

**SITUAÇÕES-PROBLEMA NA ABORDAGEM DO CONTEÚDO CINÉTICA  
QUÍMICA: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO  
DIDÁTICO**

RECIFE  
2019

PRISCILA DO NASCIMENTO SILVA

**SITUAÇÕES-PROBLEMA NA ABORDAGEM DO CONTEÚDO CINÉTICA  
QUÍMICA: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO  
DIDÁTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para a obtenção do título de mestra em Ensino das Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Anna Paula de Avelar Brito Lima

Co-orientador: Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

RECIFE  
2019

PRISCILA DO NASCIMENTO SILVA

**SITUAÇÕES-PROBLEMA NA ABORDAGEM DO CONTEÚDO CINÉTICA  
QUÍMICA: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO  
DIDÁTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para a obtenção do título de mestra em Ensino das Ciências.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Anna Paula de Avelar Brito Lima (Presidente/Orientadora)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto (Co-orientador)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga (1ª Examinadora Interna)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Prof. Dr. Vladimir Lira Veras Xavier de Andrade (2º Examinador Interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

---

Prof. Dr. Edelweis José Tavares Barbosa (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586s Silva, Priscila do Nascimento  
Situações-problema na abordagem do conteúdo cinética química:  
uma análise à luz da teoria antropológica do didático / Priscila do  
Nascimento Silva. – 2019.  
184 f.: il.

Orientador(a): Anna Paula de Avelar Brito Lima.  
Coorientador: José Euzebio Simões Neto.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências,  
Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. Química - Estudo e ensino 2. Situações-Problema  
3. Organização Química 4. TAD 5. Cinética Química I. Lima, Anna  
Paula de Avelar Brito, orient. II. Simões Neto, José Euzebio, coorient.  
III. Título

CDD 501

"Falou Daniel, dizendo: Seja bendito o nome de Deus de eternidade a eternidade, porque dele são a sabedoria e a força;  
E ele muda os tempos e as estações; ele remove os reis e estabelece os reis; ele dá sabedoria aos sábios e conhecimento aos entendidos.

Ele revela o profundo e o escondido; conhece o que está em trevas, e com ele mora a luz. Ó Deus de meus pais, eu te dou graças e te louvo, porque me deste sabedoria e força..."

Daniel 2: 20-23

## AGRADECIMENTOS

Meu carinho e gratidão a tantos que de forma direta e indireta me ajudaram a concluir este trabalho...

Ao meu **DEUS** pela força, saúde e inspiração que me motivaram nessa jornada de dois anos e meio de mestrado a concluir este trabalho, e que nos momentos mais difíceis, de desmotivação e sentimento de incapacidade, Ele sempre esteve presente dizendo que tudo daria certo e que eu precisava apenas confiar e seguir em frente.

À minha **FAMÍLIA** pelo apoio de sempre. Minha **MÃE** (Rejane), que é uma guerreira e que sempre incentiva, a mim e meus irmãos, a irmos mais longe. Obrigada, mainha! A senhora é benção na minha vida. Obrigada pelo seu cuidado diário, cada lanchinho, almoço e janta que a senhora trouxe para mim enquanto estudava, e preocupada me dizia que eu precisava me alimentar para ter energia para escrever, sempre me perguntando: “E aí, falta muito? Vai dar certo... Vai dar certo!!!”, essas palavras me deram força para continuar. Aos meus irmãos e cunhado: Roberta, Vanessa, Paulo e Wellington, obrigada pela paciência e palavras de incentivo. Amo todos vocês! Também não poderia deixar de agradecer ao meu avô José Gomes, por quem tenho muita admiração e que é, para mim, como um pai que sempre me incentivou nos estudos. Vô, esse título também é seu!

Aos meus queridos **ORIENTADORES**, Anna Paula e Euzebio, pela paciência e por todo tempo compartilhado comigo nas reuniões de orientação, pelas palavras de incentivo, e por me ensinarem tantas coisas ao longo desses anos. Aprendi muito com vocês sobre a importância de se persistir e dar o seu melhor em tudo que faz, sobre a ética e o perdão. O tratamento humano de vocês me deu uma jornada de muita leveza que contribuiu para eu finalizar esse trabalho de forma saudável. Tenho plena consciência que vocês foram escolhas de Deus para mim, para me abençoar em mais uma etapa dessa jornada acadêmica. Minha eterna gratidão!

A minha querida **BANCA EXAMINADORA** pelas importantes contribuições na Qualificação e também na defesa, sem dúvida, vocês foram essenciais para o aprimoramento deste trabalho.

À minha querida **TURMA DE MESTRADO** (os peculiares), pelo companheirismo e amizade. Em especial Rafaela Reis, Cléo, Quércia, Leandro Silva, Geryticia, Priscila Ramos, Rayssa, Tamara e Otoniel.

A **TURMA DA DISCIPLINA DE FENÔMENOS DIDÁTICOS** (os fenomenais), em especial a Priscila Ramos, Rayssa e Elionai que fizeram parceria comigo na apresentação do Seminário sobre a TAD. Meninas, vocês não fazem ideia do quanto me ajudaram... Cada discussão me fez crescer. Obrigada por tudo! Aos professores da disciplina, Anna e Vladimir, minha eterna gratidão! Disciplina fenomenal!

À minha **AMIGA** Rafaela Reis, que foi uma benção na minha vida desde o início. Estudamos juntas para a seleção, passamos no mestrado juntas, a maior parte das disciplinas cursamos juntas, nossa, compartilhamos tantas coisas ao longo desses anos. Ainda me lembro dos fins de semana estudando, das caronas para a Rural, foi muito bom crescer com você. Deus continue te abençoando minha amiga. Amo você em Cristo. Obrigada por tudo.

À minha **AMIGA** Quércia Eloi pela ajuda e companheirismo, em especial na reta final do mestrado, que muito me ajudou, trocamos angústias e também alegrias pelas conquistas alcançadas. Obrigada por cada palavra de incentivo e motivação. Deus te abençoe. Muito obrigada por tudo.

À **COLEGA** Larissa por compartilhar comigo parte da sua dissertação, em especial, a elaboração em um Minicurso que Ministramos juntas sobre Situações-Problema no Ensino de Química. Peguei “o bondinho” andando e todo trabalho de elaboração principal foi desenvolvido por ela. Obrigada por tudo.

A todos os **PROFESSORES** do PPGEC, em especial: Profa. Ruth Firme, Profa. Verônica Batinga, Profa. Mônica Lins, Prof. Vladimir e Profa. Anna Paula, Profa. Edenia Amaral, Profa. Helaine Sivini, Prof. Euzébio Simões, no estágio à docência. Saibam que vocês fizeram toda a diferença na minha formação acadêmica. Minha gratidão!

E, por fim, a **CAPES** pelo apoio financeiro, imprescindível à minha permanência no mestrado.

## RESUMO

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) surgiu no âmbito da Didática da Matemática francesa, proposta por Yves Chevallard, que a situa nas discussões sobre Transposição Didática (TD), a fim de possibilitar um olhar mais próximo do saber e como ele se situa numa dada ecologia, particularmente, na sala de aula. Este trabalho utiliza a TAD como aporte teórico e metodológico e tem como propósito analisar a elaboração e aplicação de uma Intervenção Didática baseada na resolução de Situações-Problema sobre Cinética Química, e tem como objetivos específicos: descrever a Organização Química e Didática contidas no Planejamento do Professor e descrever a Organização Química e Didática que norteiam a Prática do Professor na execução da Intervenção Didática com o uso de Situações-Problema em sala de aula. Este estudo também apresentou alguns elementos que caracterizam uma organização praxeológica na Química, originando uma Organização Química. A metodologia segue uma abordagem qualitativa e está dividida em duas etapas. A primeira apresenta a organização e estruturação de um Minicurso de Extensão sobre Situações-Problema no Ensino de Química, ofertado em parceria com outra investigadora, que visou a instrumentalização dos professores participantes para o trabalho com Situações-Problema. Parte dos dados coletados no minicurso serviram de objeto de análise para outro trabalho de dissertação de mestrado. Na segunda etapa, apresentamos como se deu a intervenção didática proposta pelo professor, evidenciando os sujeitos participantes, local da pesquisa e instrumentos utilizados para a coleta de dados. Esse estudo possibilitou o estabelecimento de um olhar analítico do planejamento e condução de aulas de química com relação principalmente para as escolhas do professor e como estas interferem no ensino do conteúdo de Cinética Química. Observamos que a utilização de uma Situação-Problema enquanto estratégia didática é bastante interessante para o trabalho em sala de aula, no entanto, as impressões obtidas a partir dos resultados da análise do planejamento e da prática docente, é que a Situação-Problema norteou a prática do professor para uma ênfase maior nos fatores que podem influenciar na velocidade das reações. Chamamos a atenção para o fato de que o professor precisa ficar atento, para que durante a construção e fornecimento dos subsídios necessários à resolução do problema, não haja uma centralização apenas dos conceitos inerentes ao problema em si, pois desta forma haverá uma limitação conceitual que poderá prejudicar o aluno. Diante dos resultados desta pesquisa, destacamos a potencialidade que a TAD apresentou para esse olhar mais minucioso para a prática docente intramuros da sala de aula.

**Palavras-chave:** TAD, Situação-Problema, Ensino de Química, Organização Química, Cinética Química.

## ABSTRACT

The Anthropological Theory of Didactics (TAD) arose in the context of the Didactics of French Mathematics, proposed by Yves Chevallard, which situates it in the discussions about Didactic Transposition (TD), in order to allow a closer look at knowledge and how it is situated in a given ecology, particularly in the classroom. This work uses the TAD as a theoretical and methodological contribution and has the purpose of analyzing the elaboration and application of a Didactic Intervention based on Problem-Situation on Chemical Kinetics, and has as specific objectives: to describe the Chemical and Didactic Organization contained in the Planning of the Professor and describe the Chemical and Didactic Organization that guide the Teacher's Practice in the execution of Didactic Intervention with the use of Problem Situations in the classroom. This study also presented some elements that characterize a praxeological organization in Chemistry, originating a Chemical Organization. The methodology follows a qualitative approach and is divided into two stages. The first presents the organization and structuring of a Mini-course of Extension on Situations-Problem in Teaching Chemistry, offered in partnership with another researcher, which aimed at the instrumentalisation of the participating teachers to work with Situations-Problem. Some of the data collected in the mini-course served as the object of analysis for another dissertation work. In the second stage, we present the didactic intervention proposed by the teacher, showing the participants, the research site and the instruments used to collect data. This study allowed the establishment of an analytical view of the planning and conduction of chemistry classes in relation mainly to the teacher's choices and how these interfere in the teaching of the content of Chemical Kinetics. We observed that the use of a Situation-Problem as a didactic strategy is very interesting for the work in the classroom, however, the impressions obtained from the results of the analysis of the planning and the teaching practice, is that the Situation-Problem guided the practice of the teacher for a greater emphasis on factors that can influence the speed of reactions. We point out that the teacher needs to be attentive, so that during the construction and supply of the necessary subsidies to solve the problem, there is no centralization of the concepts inherent to the problem itself, because in this way there will be a conceptual limitation that may harm the student. In view of the results of this research, we highlight the potentiality that TAD presented for this more detailed look at intramural classroom teaching practice.

**Keywords:** TAD, Situation-Problem, Teaching Chemistry, Chemical Organization, Chemical kinetics.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b>	Trabalhos encontrados nos principais eventos de Ensino de Ciências.....	35
<b>Tabela 02:</b>	Contribuições por Autor.....	38
<b>Tabela 03:</b>	Tipos de Referências.....	38
<b>Tabela 04:</b>	Principais referências utilizadas nos trabalhos.....	39

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01:</b>	Artigos provenientes do levantamento bibliográfico referente aos Periódicos.....	27
<b>Quadro 02:</b>	Dissertações e Teses provenientes do levantamento bibliográfico na plataforma da CAPES.....	29
<b>Quadro 03:</b>	Critérios de Análise.....	34
<b>Quadro 04:</b>	Frequência das palavras nos títulos.....	37
<b>Quadro 05:</b>	Frequência das palavras nas palavras-chave.....	37
<b>Quadro 06:</b>	Composição dos Autores.....	37
<b>Quadro 07:</b>	Estratégias para a transformação de enunciados de exercícios em problemas.....	56
<b>Quadro 08:</b>	Características de uma Situação-Problema.....	59
<b>Quadro 09:</b>	Aproximações e distanciamentos entre a Matemática e a Química.....	75
<b>Quadro 10:</b>	Com relação as tarefas (t).....	77
<b>Quadro 11:</b>	Com relação as técnicas ( $\tau$ ).....	77
<b>Quadro 12:</b>	Com relação ao bloco tecnológico/teórico ( $\theta/\Theta$ ).....	78
<b>Quadro 13</b>	Resumo da Organização Praxeológica dos Livros Didáticos do PNLD 2015.....	80
<b>Quadro 14:</b>	Delineamento Praxeológico para o livro didático 1 (LD1).....	84
<b>Quadro 15:</b>	Delineamento Praxeológico para o livro didático 2 (LD2).....	90
<b>Quadro 16:</b>	Delineamento Praxeológico para o livro didático 3 (LD3).....	99
<b>Quadro 17:</b>	Delineamento Praxeológico para o livro didático 4 (LD4).....	105
<b>Quadro 18:</b>	Tipos de Tarefa e suas características.....	113
<b>Quadro 19:</b>	Perfil dos Professores Participantes.....	123
<b>Quadro 20:</b>	Planejamento do Minicurso.....	124
<b>Quadro 21:</b>	Intervenção Didática Inicial do Professor Davi.....	126
<b>Quadro 22:</b>	Intervenção Didática Inicial do Professor Davi.....	127

<b>Quadro 23:</b>	Critérios para Análise da Organização Didática do Planejamento.....	130
<b>Quadro 24:</b>	Critérios para Análise da Organização Química do Planejamento.....	130
<b>Quadro 25:</b>	Critérios para Análise da Organização Didática da Aula.....	132
<b>Quadro 26:</b>	Critérios para Análise da Organização Química da Aula.....	133
<b>Quadro 27:</b>	Questões para Levantamento de Concepções Prévias.....	136
<b>Quadro 28:</b>	Questões para Levantamento de Concepções Prévias.....	137
<b>Quadro 29:</b>	Recorte da fala dos professores no Minicurso.....	141
<b>Quadro 30:</b>	Praxeologia para a Situação-Problema.....	145
<b>Quadro 31:</b>	Praxeologia para a atividade experimental.....	147
<b>Quadro 32:</b>	Recorte da Aula 1 e 2.....	151
<b>Quadro 33:</b>	Recorte da Aula 1 e 2.....	152
<b>Quadro 34:</b>	Recorte da Aula 1 e 2.....	152
<b>Quadro 35:</b>	Recorte da Aula 1 e 2.....	153
<b>Quadro 36:</b>	Registro da Aula 1 e 2.....	154
<b>Quadro 37:</b>	Recorte da Aula 1 e 2.....	155
<b>Quadro 38:</b>	Recorte da Aula 5 e 6.....	155
<b>Quadro 39:</b>	Recorte da Aula 3 e 4.....	156
<b>Quadro 40:</b>	Recorte da Aula 5 e 6.....	157
<b>Quadro 41:</b>	Recorte da Aula 3 e 4.....	160
<b>Quadro 42:</b>	Recorte da Aula 1 e 2.....	162
<b>Quadro 43:</b>	Recorte da Aula 1 e 2.....	163
<b>Quadro 44:</b>	Recorte da Aula 5 e 6.....	164
<b>Quadro 45:</b>	Recorte da Aula 5 e 6.....	164

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b>	O processo de Transposição Didática segundo Chevallard...	20
<b>Figura 02:</b>	Trabalhos por ano.....	35
<b>Figura 03:</b>	Trabalhos por disciplina.....	36
<b>Figura 04:</b>	Elementos estruturais da praxeologia na TAD.....	44
<b>Figura 05:</b>	Elementos estruturais da praxeologia e suas inter-relações..	47
<b>Figura 06:</b>	Organização praxeológica da TAD.....	48
<b>Figura 07:</b>	Diferenciação entre tipo de tarefa, tarefa e gênero de tarefa.....	49
<b>Figura 08:</b>	Exemplo de uma técnica na resolução de uma tarefa.....	50
<b>Figura 09:</b>	Funções da tecnologia.....	51
<b>Figura 10:</b>	Variações nas concentrações de reagentes e produtos em função do tempo.....	62
<b>Figura 11:</b>	Efeito do uso de catalisadores na velocidade da reação química.....	64
<b>Figura 12:</b>	Escala dos níveis de codeterminação didática.....	76
<b>Figura 13:</b>	Esquema Geral do Caminho Metodológico.....	134

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1 O contexto inicial da Pesquisa.....	18
1.2 Conhecendo o Campo: Uma Revisão sobre a Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático no Ensino das Ciências.....	25
1.2.1 A Teoria Antropológica do Didático: Panorama Geral a partir dos Periódicos e Trabalhos Acadêmicos (Dissertações e Teses).....	25
1.2.2 A Teoria Antropológica do Didático e a Transposição Didática: Panorama Geral sobre as Produções Científicas nos Principais Eventos de Ensino de Ciências.....	33
1.2.3 Indicadores Gerais de Publicação.....	35
1.2.4 Conteúdo.....	36
1.2.5 Autoria.....	37
1.2.6 Referências.....	38
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>41</b>
2.1 Teoria Antropológica do Didático.....	42
2.1.1 Organização Praxeológica da TAD.....	47
2.2 Situação-Problema.....	53
2.2.1 Orientações para Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma Situação-Problema no Ensino de Química.....	58
2.2.2 Aproximações entre a SP e a TAD.....	60
2.3 O Conteúdo de Cinética Química.....	61
<b>3 DA ORGANIZAÇÃO MATEMÁTICA À ORGANIZAÇÃO QUÍMICA.....</b>	<b>66</b>
3.1 A Natureza do Conhecimento Matemático e Químico sob a Perspectiva das Correntes Filosóficas e suas Influências no Ensino.....	66
3.2 Delineamento a priori da Praxeologia Química do Conteúdo de Cinética Química.....	79
3.3 Tipos de Tarefas (T) - Detalhamento.....	113
3.4 Técnicas ( $\tau$ ) - Detalhamento.....	114
3.5 Delineamento a priori da Organização Didática dos Livros do PNL D 2015.....	119
<b>4 CAMINHOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>122</b>
4.1 Primeira Etapa - Minicurso de Extensão.....	122
4.1.1 Sujeitos dessa etapa da Pesquisa.....	123

4.1.2	Elaboração do Minicurso.....	124
4.1.3	Aplicação do Minicurso.....	125
4.2	Segunda Etapa - A Intervenção Didática do Professor Davi.....	125
4.2.1	Sujeitos da segunda etapa da Pesquisa.....	126
4.2.2	A Intervenção Didática proposta pelo Professor Davi.....	126
4.2.3	Aplicação da Intervenção Didática do Professor Davi.....	127
4.3	Coleta e Análise dos Dados.....	128
4.3.1	Critérios para a análise da Organização Didática do Planejamento..	130
4.3.2	Critérios para a análise da Organização Química do Planejamento..	130
4.3.3	Critérios para a análise da Organização Didática das Aulas do Professor Davi.....	131
4.3.4	Critérios para a análise da Organização Química das Aulas do Professor Davi.....	132
4.4	Esquema Geral do Caminho Metodológico.....	134
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>135</b>
5.1	Professor Davi - A Organização Química e Didática do Planejamento Didático.....	136
5.1.1	Organização Química do Planejamento.....	136
5.1.2	Organização Didática do Planejamento.....	140
5.2	Professor Davi - A Organização Química e Didática da Sala de Aula.....	144
5.2.1	Organização Química da Sala de Aula.....	144
5.2.2	Organização Didática da Sala de Aula.....	150
<b>6</b>	<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>166</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>170</b>
	<b>APÊNDICE 1.....</b>	<b>179</b>
	<b>APÊNDICE 2.....</b>	<b>182</b>
	<b>APÊNDICE 3.....</b>	<b>183</b>
	<b>APÊNDICE 4.....</b>	<b>184</b>

## APRESENTAÇÃO

---

O meu interesse por essa linha de pesquisa surgiu ainda na graduação, quando tive a oportunidade de participar de um minicurso oferecido na 10ª Semana de Química, no Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco sobre Fenômenos Didáticos com o querido Professor Euzebio Simões.

Neste primeiro contato fiquei encantada com as teorias apresentadas (Transposição Didática e Contrato Didático), que têm origem na didática da matemática francesa. Confesso que tive um interesse maior pela noção de Transposição Didática, por perceber o quão útil ela é para as observações das transformações que o saber é submetido quando parte da esfera científica até a esfera escolar.

A partir daí, numa parceria que deu muito certo com o Professor Euzebio e a Professora Flávia Vieira, que havia se juntado ao “time”, pude iniciar uma trajetória de investigações com essa noção, o que considero como uma experiência maravilhosa e marcante que perpassou toda minha formação na graduação em licenciatura em Química e que, ao mesmo tempo, se tornou uma oportunidade de iniciar na pesquisa.

As investigações neste campo nos proporcionaram muitos achados com relação ao processo de transposição do saber de diversos conceitos da Química, como: **Termoquímica** (SILVA, SILVA, SIMÕES NETO, 2014a), **Teoria Ácido-Base** (SILVA, SILVA, SIMÕES NETO, 2014b), **Reações Orgânicas** (SILVA, SIMÕES NETO, SILVA, 2015), **Cinética Química** (SILVA, SIMÕES NETO, SILVA, 2016), **Equilíbrio Químico** (SILVA, SILVA, SIMÕES NETO, 2017), **Ligações químicas** (SILVA, SILVA, SIMÕES NETO, 2017), **Propriedades Periódicas** (SILVA, SOUZA, SILVA, SIMÕES NETO, 2017) entre outros, que puderam servir de contribuição para o Ensino de Química, para que futuros professores tenham um olhar mais sensível sobre estas transformações que são inevitáveis quando um determinado Saber chega à sala de aula, na maior parte das vezes conduzido pela figura do professor.

Chegando à Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC-UFRPE), na mesma Instituição, o desejo de continuar trabalhando com os Fenômenos Didáticos só aumentou, e na seleção do mestrado, com a distribuição de Professores para orientação, tive a grande oportunidade de dar continuidade a esses estudos com a querida Professora Anna Paula, que é considerada uma das maiores referências nos fenômenos didáticos aqui em Pernambuco, e que nos propôs o trabalho com a Teoria Antropológica do Didático (TAD).

O trabalho com a TAD foi um grande desafio, pois se trata de uma teoria de uma riqueza teórico-metodológica densa para um aprofundamento no mestrado, com uma duração tão curta. No entanto, apesar de todo receio inicial, natural de quem se depara com o novo, aceitei o desafio com muita dedicação, pois tinha consciência de que este aprofundamento era, de fato, necessário para que pudéssemos ter um olhar mais aprofundado para a prática do professor, a fim de extrair elementos mais concretos da transposição didática interna, além de que, este também era o nosso desejo desde que começamos a trabalhar com os Fenômenos Didáticos, investigar mais de perto as relações didáticas intramuros da sala de aula. E é todo esse contexto inicial que motivou a escrita deste trabalho de dissertação.

# 1 INTRODUÇÃO

---

Neste tópico, situo o meu objeto de estudo delimitando os objetivos gerais e específicos do trabalho, em seguida, apresentamos os resultados de uma revisão de literatura que nos possibilitou conhecer melhor o campo e vislumbrar as possíveis contribuições deste trabalho para o Ensino de Química.

## 1.1 O contexto inicial da Pesquisa

Dando continuidade às nossas reflexões sobre esta pesquisa, olhando para a sala de aula, percebemos o quão complexo é este ambiente, pois nele coexistem pessoas que carregam diversidade de pensamentos, culturas, vivências e diferentes expectativas diante do novo.

A complexidade existente na sala de aula não está relacionada somente à diversidade cultural e de pensamentos existentes na individualidade de cada ser, mas também nas próprias tarefas realizadas diariamente na escola, que buscam o desenvolvimento desses indivíduos, intelectualmente e em habilidades, que perpassam os âmbitos conceituais, atitudinais e procedimentais.

Ainda neste complexo ambiente da sala de aula, o professor tem um papel crucial e importantíssimo, que é o de liderar e coordenar grande parte dessas ações, sendo um mediador dos processos de ensino e de aprendizagem.

Sobre esse papel de mediação, concordamos com Libâneo (1998) quando afirma que o professor é quem faz a mediação do aluno com o conteúdo, no entanto, é preciso considerar nesse processo alguns elementos que o aluno traz consigo, a saber, o conhecimento e a experiência, considerando seu potencial cognitivo, limites e possibilidades, sua capacidade e interesse, além da sua forma de pensar e seu modo de trabalhar. Por essa razão, consideramos essencial a realização de um levantamento prévio das concepções informais dos estudantes acerca de uma determinada temática, para que o professor conheça sobre o que pensam esses estudantes e, a partir

daí, possa realizar um trabalho que leve em consideração a realidade daquele grupo de alunos e alcançar os objetivos de aprendizagem.

Nesse sentido, o professor não pode ser um mero transmissor do conhecimento. Ao contrário, ele deve procurar, a partir da sua ação em sala de aula, desenvolver a criticidade do aluno, preparando-o para assumir um papel mais ativo na sociedade, a fim de que este possa romper e questionar novos paradigmas, pois, afinal, o mundo fora da escola exigirá tudo isso dele.

O ensino de determinado conhecimento pode acontecer de múltiplas formas, por meio de aulas expositivas/dialogadas, debates, roda de diálogo, seminários, feiras científicas, atividades experimentais, etc. Em todas essas situações, é notório que um determinado saber norteia toda essa relação. Brousseau (1986) denominou essas situações de situações didáticas, e explicou que fazem parte de um sistema didático, no qual interagem três elementos essenciais para o seu funcionamento, são eles: o professor, os alunos e um determinado saber.

O saber que é componente dessa relação didática não é o mesmo que é concebido nas academias e centros de pesquisa, pois possuem objetivos e finalidades completamente distintas. O saber da relação didática passa por um processo de didatização e sistematização para se tornar objeto de ensino, ou seja, de se fazer compreendido por uma comunidade, seja ela escolar ou de indivíduos que tenham o interesse de aprendê-lo. Já o saber produzido nas academias e centros de pesquisa, denominado de saber científico, é considerado uma manifestação que possui linguagem e simbologias bem específicas e restritas a um determinado grupo de pessoas proponentes desse saber, desta forma, não tem a finalidade de se tornar objeto de ensino, apenas de ser divulgado e socializado dentro de uma comunidade científica.

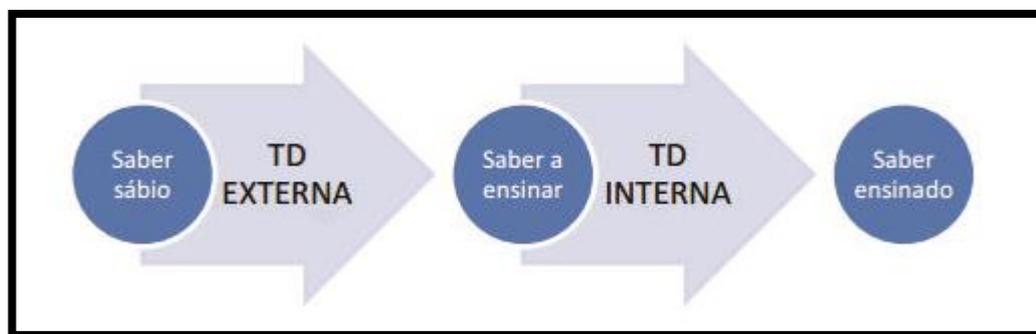
Esse saber que é inserido nesse jogo didático passa por um processo denominado de Transposição Didática, que é, segundo Chevallard (1991), o processo em que um objeto de saber científico se transforma em objeto de saber escolar, ganhando uma nova roupagem e estando apto para ser comunicado dentro da comunidade escolar, uma vez que o saber que é produzido nos centros de pesquisas se encontra descontextualizado e despersonalizado.

É importante ressaltar que o processo de Transposição Didática, apresentado por Chevallard (1991) ocorre em duas etapas: A primeira, *strictu sensu*, denominada de **Transposição Didática Externa**, etapa em que o Saber Sábio ou Saber Científico se transforma em Saber a Ser Ensinado, ocorre fora da escola, por meio da *noosfera*, instituição invisível responsável por gerir tudo que deverá ser ensinado.

Conforme Brito Menezes (2006) aponta, os membros constituintes da *noosfera* (esfera do saber), são: didatas, professores, pedagogos, técnicos educacionais e membros do governo que gerenciam o ensino. Estes organizam os manuais, os textos do saber que adquirirão a função de saber a ser ensinado. No Brasil, segundo a autora, o livro didático é um dos principais referenciais da manifestação dessa primeira etapa da transposição didática.

A segunda é *lato sensu*, denominada de **Transposição Didática Interna**, etapa em que o saber a ser ensinado se transforma em saber ensinado, e ocorre intramuros da sala de aula. O principal responsável por esta etapa é o professor, quando em sala de aula, por exemplo, a partir do livro didático na maioria das vezes, constrói um novo texto do saber, a partir das suas vivências, das suas experiências e da sua relação com o próprio saber em questão. Conforme Câmara dos Santos (1997), não é o texto do saber que entra em cena no jogo didático, e sim um novo texto do saber, que é impregnado pela relação que o professor possui com esse saber. O processo na íntegra é apresentado na figura 01.

**Figura 01:** O processo de Transposição Didática segundo Chevallard.



Fonte: Melzer, Simões Neto e Silva (2014)

A noção de Transposição Didática (TD) e a Teoria Antropológica do Didático (TAD) esta última desenvolvida posteriormente, ajudam a compreender a trajetória do saber desde a sua origem até o momento em que são comunicados em sala de aula, na maior parte das vezes pela figura do professor, como vimos anteriormente. No entanto, a Transposição Didática enquanto aporte teórico/metodológico se restringe a um olhar mais voltado para as modificações do saber de forma mais pontual, enquanto que a TAD vem como uma ferramenta teórico/metodológica que possibilita uma investigação mais ampla desses fenômenos, conforme considera e aponta Bessa de Menezes (2010).

A teoria antropológica do didático propõe um desenvolvimento e articulação de noções cuja elaboração irá proporcionar um modo único de pensar sobre um grande número de fenômenos didáticos, que surgem após as diversas análises que fazemos em sala de aula. Assim, podemos ver a TAD funcionando como uma forma de explicar o fenômeno da transposição didática (BESSA DE MENEZES, 2010, p.21)

Corroborando com essas reflexões, percebemos que a TAD surge em virtude de uma necessidade de aprofundamento das reflexões da TD, uma vez que ainda existiam lacunas com relação à necessidade de uma teoria que pudesse apresentar uma possibilidade metodológica mais tangível com relação às investigações da prática docente. Desta forma, compreendemos que a partir dos elementos que Chevallard denomina de tarefa, técnica, tecnologia e teoria, e que compõem o que o autor vai chamar de organização praxeológica, torna-se possível um olhar mais sistemático para a prática do professor, considerando agora não apenas o saber, mas esta prática relacionada a ele. A praxeologia, segundo Mendes (2017), faz parte do corpus da Teoria Antropológica do Didático, sendo possível utilizá-la tanto para fins de fundamentação teórica quanto ferramenta metodológica de análise.

Apesar de essas duas teorias terem surgido no âmbito de uma área específica, a matemática, dada a grande riqueza de cunho metodológico e teórico para investigações intramuros da sala de aula, elas têm sido disseminadas e utilizadas em outros campos do conhecimento, ganhando espaço, em especial, no ensino das ciências naturais (Química, Física e

Biologia), conforme apresenta Valente (2005), ao revelar a expansão da TD, por exemplo, para além da matemática escolar:

É então possível depreender que, através da didática das disciplinas o modelo da transposição didática expandiu-se para além da matemática escolar, sendo utilizadas nas mais diversas disciplinas – as relações entre os saberes científicos e escolares ficam caracterizados sempre por uma transposição de conteúdos, que têm origem no saber científico, destinados a serem incorporados como saberes escolares (VALENTE, 2005, p. 20, apud Neves e Barros, 2011).

Logo, é possível considerar que todo saber que carrega consigo uma intencionalidade de ensino está sujeito aos processos de didatização por meio da Transposição Didática.

Então, mediante ampla utilização, inclusive no campo das ciências, essa possibilidade foi levantada pelo próprio Chevallard (NEVES e BARROS, 2011), e amplamente discutida por Astolfi e Develay (1990), quando mencionam que todo saber escolar é oriundo de um saber anterior, ou seja, esse saber anterior é o saber produzido na comunidade científica, mas que precisou ser modificado, dada a diferente intencionalidade quando da sua produção. Então, fica claro que não somente o saber matemático está sujeito às modificações do processo de Transposição Didática, e sim, todo saber que precisou ser modificado para se transformar em objeto de ensino. Por isso é que buscamos utilizar a Teoria Antropológica do Didático como aporte teórico e metodológico principal deste trabalho de dissertação.

Todos os elementos da organização praxeológica se tornam essenciais na modelagem da prática social numa instituição, uma vez que a tarefa é o comando daquilo que precisa ser realizado dentro de uma instituição, a técnica está relacionada ao modo de fazer a tarefa. É fundamental observar que sempre existe uma técnica associada a uma tarefa, pois ela representa o “modo de fazer”, ou seja, ela apresenta o caminho percorrido na resolução de uma determinada tarefa. Aqui é importante frisarmos duas coisas: a primeira, é que não haverá necessariamente uma única técnica associada à resolução da tarefa, no entanto, é preciso que esta seja reconhecida na instituição que a problematizou, pois desta forma, ela será validada e aceita. E a segunda, é que

sejam propostas tarefas realmente problemáticas, pois desta forma, haverá um maior estímulo na produção de novas técnicas a fim de se buscar solucionar as questões colocadas pela tarefa.

Além da tarefa e da técnica, temos o bloco tecnológico-teórico que envolve os dois últimos elementos da organização praxeológica, tecnologia e teoria, e estão associados aos argumentos, justificativas e fundamentação utilizados na resolução de uma tarefa. Para Bosch e Chevallard (1999):

A existência de um discurso descritivo e justificativo das tarefas e técnicas que chamamos de tecnologia da técnica. O postulado anunciado implica também que toda tecnologia tem necessidade de uma justificativa que chamamos teoria da técnica e que constitui o fundamento último (BOSH e CHEVALLARD, 1999, p. 86).

É a partir dessa narrativa que surge o desejo de investigarmos a praxeologia do professor, mediante a elaboração e aplicação de uma intervenção didática baseada nas Situações-Problema, que para Meirieu (1998), se constituem como atividade didática na qual se busca promover a aprendizagem a partir da realização de uma determinada tarefa. O processo que perpassa a resolução de uma Situação-Problema está no desafio de superar obstáculos na realização da tarefa para que a aprendizagem ocorra.

Acreditamos que o trabalho com Situações-Problema exige do aluno o desenvolvimento de técnicas que serão necessárias para a resolução de uma determinada tarefa, e, conforme explica Almouloud (2010), a palavra técnica deve ser interpretada como uma “maneira de fazer” uma tarefa, mas que não está associada a um procedimento estruturado de forma meramente metódica ou algorítmica. Além do desenvolvimento de diferentes técnicas, a Situação-Problema desencadeia os aspectos tecnológicos da praxeologia em que o bloco tecnológico-teórico fica mais evidente no problema, dada a necessidade de justificativa da problemática mediante a sua resolução.

Deste modo, nesta pesquisa, o problema que norteia a investigação é: **Como o professor realiza a Organização Química e Didática do saber Cinética Química a partir de uma estratégia baseada na resolução de uma Situação-Problema?**

Assim, optamos pela realização de um Minicurso de Extensão sobre Situações-Problema, ministrado no Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, a fim de instrumentalizar alguns professores de química da rede privada, bem como alunos da graduação que participariam desta pesquisa e que estivessem lecionando a disciplina na escola, como forma dos docentes conhecerem a estratégia, e também poder contribuir na formação continuada de cada um. Apresentamos na metodologia mais detalhes do processo de seleção dos professores e do local escolhido para as gravações das aulas.

Buscando estabelecer uma sistematização dos momentos que perpassam uma Organização Didática, que na maior parte das vezes é previamente planejada pelo professor antes de chegar à sala de aula, acreditamos no que Chevallard (1999) vem estabelecer e denomina de momentos didáticos, em número de seis, nos quais teríamos, em linhas gerais: o encontro do aluno com a Organização Química, o momento da exploração dos subtipos de tarefa e elaboração de técnicas, o da constituição do ambiente tecnológico e teórico, o do trabalho da técnica, o da institucionalização e o da avaliação, que serão detalhados mais à frente.

Diante do exposto, nosso objetivo geral é **analisar a elaboração e aplicação de uma Intervenção Didática baseada na Resolução de Situações-Problema sobre Cinética Química, com base no referencial da Teoria Antropológica do Didático.**

Para responder à questão central dessa proposta de pesquisa, buscamos sistematizar melhor o estudo, apresentando os seguintes objetivos específicos:

A) Descrever a Organização Química e Didática contidas no Planejamento do Professor, e;

B) Analisar a Organização Química e Didática que norteiam a Prática do Professor na execução da Intervenção Didática sobre Situações-Problema em sala de aula.

Acreditamos que a partir dos resultados desta dissertação estaremos contribuindo para o Ensino de Química, especialmente no que diz respeito à

constituição de um olhar mais crítico sobre a prática docente de professores já atuantes e futuros professores, proporcionando uma reflexão para a Organização Química e Organização Didática dos conteúdos químicos, seja em sala de aula, ou na leitura e seleção de manuais de ensino.

## **1.2 Conhecendo o Campo: Uma Revisão sobre a Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático no Ensino das Ciências.**

Diante da necessidade de conhecer as pesquisas já desenvolvidas sobre a Transposição Didática e sobre a Teoria Antropológica do Didático no Ensino das Ciências, optamos por realizar este levantamento bibliográfico que se caracteriza como um mapeamento que tem como propósito reunir todas as referências sobre um tema em específico (UNESP, 2015). Este levantamento se torna uma ferramenta importante para este trabalho de dissertação, pois nos ajuda a identificar como essas teorias, e em especial, a TAD, se desenvolvem no campo do Ensino das Ciências (Química, Física e Biologia).

Num primeiro momento, apresentamos os resultados de um levantamento realizado, com um olhar mais qualitativo, das produções científicas, focando na TAD no Ensino de Ciências. Parte desses resultados foram socializados no V Congresso Nacional de Educação (V CONEDU), no ano de 2018, na cidade de Olinda-PE.

No segundo momento, apresentamos os resultados de um levantamento realizado com um olhar inspirado na cienciometria<sup>1</sup>, e por isso, os resultados apresentam um caráter mais quantitativo. Para estas investigações, focamos tanto na TAD quanto na TD. Salientamos que estes resultados foram socializados no XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XII ENPEC), que ocorreu em 2019, na cidade de Natal-RN.

---

<sup>1</sup> A cienciometria busca avaliar a produção científica, mediante indicadores numéricos que envolvem o uso de técnicas e análises estatísticas que são amplamente discutidos e validados.

### **1.2.1 A Teoria Antropológica do Didático: Panorama Geral a partir dos Periódicos e Trabalhos Acadêmicos (Dissertações e Teses)**

Os periódicos e trabalhos acadêmicos representam a produtividade científica. É por meio desses trabalhos socializados, a partir de anos de pesquisa em desenvolvimento, que pesquisadores apresentam seus resultados. Diante da relevância que estes trabalhos apresentam, optamos por realizar uma busca nos periódicos e obras acadêmicas (Dissertações e Teses), a fim de investigar, como a Teoria Antropológica do Didático tem sido utilizada enquanto aporte teórico/metodológico no campo das Ciências.

Para isto, utilizamos os termos “teoria antropológica do didático”, “praxeologia” e “organização praxeológica”, nas nossas buscas, pois estas são terminologias usuais nas discussões sobre a teoria. Nossa busca inicialmente se deu nos títulos, nas palavras-chave e resumos do trabalho. Em seguida, foi realizada uma leitura mais detalhada de cada trabalho, a fim de verificar os principais objetivos de investigação da pesquisa por meio da TAD, num recorte temporal de 2000 a 2018.

Com relação aos Periódicos, fizemos uma seleção restrita à área de ensino de ciências e ensino de ciências e matemática, e daí optamos por analisar revistas que incluíam a área da matemática também, uma vez que a TAD surge no âmbito da Didática da Matemática. Mas, salientamos que não consideramos para análise os trabalhos dessa área, mantendo o foco na abordagem da TAD no campo das ciências, que aparecem com mais expressividade em revistas de ensino de Ciências e Matemática.

Os periódicos escolhidos estão classificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) dentro do sistema Qualis. Adotamos como fonte de dados as seguintes revistas: Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (A1), Revista Ciência e Educação (A1), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (A2), Investigações em Ensino de Ciências (A2), Acta Scientiae – Revista de Ensino de Ciências e Matemática (A2), Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática (A2), Revista de Educação, Ciências e Matemática (A2) ARETÉ - Revista Amazônica de Ensino de Ciências (A2), Ciência e Ensino (B1) e Experiências

em Ensino de Ciências (B1), escolhidos em virtude da representatividade na área de Ensino de Ciências.

Com relação aos Trabalhos Acadêmicos (Dissertações e Teses), utilizamos o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES para a pesquisa de trabalhos da área de Ensino de Ciências que fazem uso da TAD como aporte teórico e/ou metodológico. As buscas foram realizadas utilizando as mesmas palavras-chave mencionadas anteriormente.

Os resultados relacionados aos **Periódicos** são descritos no quadro 01.

**Quadro 01.** Artigos provenientes do levantamento bibliográfico referente aos Periódicos.

Periódico	Ano	Título	Autores
Investigação em Ensino de Ciências (A2)	2013	Organização praxeológica de saberes escolares: uma comparação da equação de Clapeyron em livros de física e química	Danilo Claro Zanardi, Fabiana Botelho Kneubil, Vanessa Sanches Pereira.
Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática (A2)	2017	Aprender como ensinar física através do livro texto de ciclo básico universitário: um fenômeno didático em questão	Sérgio Choiti Yamazaki, José André Peres Angotti e Demétrio Delizoicov

Fonte: Própria.

O primeiro artigo encontrado, de Zanardi e colaboradores (2013), foi publicado em uma revista de publicação quadrimestral, voltada exclusivamente para a pesquisa na área de ensino de ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais, quando aparecem de maneira inter-relacionadas) e apresenta resultados de uma relação da Transposição Didática com a Teoria Antropológica do Didático, a fim de utilizá-las como aporte metodológico de análise para entender o aparecimento do conteúdo relativo à equação de Clapeyron, tanto nos livros de Física quanto de Química. Os autores reforçam que, a partir da análise, foi possível extrair elementos que norteiam a transposição didática interna, para assim auxiliar professores de física e

química, minimizando a fragmentação desses conteúdos, uma vez que são comuns as duas áreas.

O outro trabalho, de Yamazaki et al. (2017), está em revista de periodicidade semestral destinada à publicação de pesquisas sobre formação de professores e processos de ensino e de aprendizagem nas áreas de Educação em Ciências (Biologia, Física e Química), Matemática e Educação Ambiental. Esse trabalho aparece numa edição especial da revista voltada a Teoria Antropológica do Didático, único entre os sete artigos publicados nesta edição voltado para as investigações na área das ciências, com enfoque para o ensino de Física. Os autores buscaram investigar correlações entre a estrutura de um livro texto (manual) de Física do Ciclo Básico Universitário e algumas concepções e ações docentes divulgadas há algumas décadas sobre o ensino de Física, tomando como base para as análises a TAD. Os resultados apresentaram certa relação entre a forma como os conteúdos são apresentados nos livros didáticos e com as noções espontâneas dos professores.

Apesar do pequeno quantitativo de produções em periódicos, observamos que a física e a biologia vêm tentando incorporar a TAD como ferramenta teórico/metodológica em suas investigações. A Química desta vez aparece, como elemento do saber a ser analisado, mas com pouco destaque.

Já com relação aos **Trabalhos Acadêmicos (Dissertações e Teses)**, foram encontradas 11 produções, sendo 6 dissertações e 5 teses. Fazendo um levantamento geral das regiões do país, verificamos: **Região Sudeste** (São Paulo) com 4 produções; **Região Sul** (Santa Catarina), com 4 produções, **Regiões Nordeste** (Pernambuco), **Norte** (Pará) e **Centro-oeste** (Mato Grosso do Sul) com 1 produção cada.

Os conceitos trabalhados nas dissertações e teses analisadas permeiam, na Física, fenômenos físicos do cotidiano, cinemática, radiação de corpo negro, robótica educacional e física moderna e contemporânea; na Biologia, zoologia e digestão humana; e na Química, transformações químicas. Conforme levantamento no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, as pesquisas encontradas estão no quadro 02:

**Quadro 02.** Dissertações e Teses provenientes do levantamento bibliográfico na plataforma da CAPES

<b>Produção</b>	<b>Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>
Dissertação	2009	A prática de ensino de física no ensino médio e o conceito de proporcionalidade: Conexão fundamental na construção e (Re) construção de conhecimentos.	Luis Carlos da Silva
Dissertação	2013	A análise praxeológica de atividades experimentais subsidiando a elaboração de situações-problema no ensino de física.	Danilo Claro Zanardi
Dissertação	2014	Um olhar diferenciado sobre a cinemática no ensino médio: uma abordagem praxeológica das tarefas.	Andrei Buse
Dissertação	2014	Análise da didatização do tema radiação de corpo negro sob a luz da teoria antropológica do didático	Orlando Gonnelli Netto
Dissertação	2015	Objetos que ensinam em museus: Análise do diorama do Museu de zoologia da USP na perspectiva da Praxeologia.	Juliana Pavani de Paula Bueno
Dissertação	2015	Análise Praxeológica de Tópicos de Física Moderna em Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático	Fernando Lázaro Bernardo
Tese	2009	Investigando o processo de transposição didática externa: O conceito de transformação química em livros didáticos	José Aécio Silva das Chagas
Tese	2011	Prática de estudo de ciências: formação inicial docente na unidade pedagógica sobre a digestão humana	Vera de Mattos Machado
Tese	2014	Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional.	Milton Schivani
Tese	2015	Tradição do ensino de física em manuais de ensino superior	Sérgio Choiti Yamazaki
Tese	2015	A teoria da transposição didática e a teoria antropológica do didático aplicadas em um estudo de caso no ensino da física moderna e contemporânea.	Wellington Batista de Sousa

Fonte: Própria.

Com relação ao conteúdo dessas produções, a dissertação de Silva (2009) apresenta uma reflexão sobre as principais dificuldades de ensino e aprendizagem da Física em sala de aula, e, a partir daí, busca apontar caminhos que visem uma nova praxeologia que considere a relação dos vários conteúdos de Física, em especial, do 1º ano do Ensino Médio associados à matemática, de modo que estes auxiliem na compreensão de fenômenos físicos no dia a dia.

Zanardi (2013) busca verificar as potencialidades associadas a diferentes abordagens frequentemente trabalhadas numa atividade experimental em sala de aula. Essa investigação se baseia na TAD para entender de que forma o saber que foi manifesto enquanto prática social poderia ser relacionada com a atividade experimental considerada modeladora da situação-problema a ser planejada pelos autores.

Buse (2014) também apresenta uma produção da área da Física, e tem como objetivo investigar qual é o saber a ser ensinado em cinemática, definido por livros aprovados pelo PNLD em 2012, tomando por base a TAD como aporte teórico/metodológico. A partir das análises, o autor entende que a explicitação do saber a ser ensinado institucionalmente aceito é fortemente definido pelo livro-texto. O trabalho é dividido em dois momentos, sendo o primeiro a análise da praxeologia didática proposta pelo livro e o segundo objetivou analisar a abrangência das escolhas institucionais, tendo como base um referencial de análise que contemplasse dimensões históricas, epistemológicas e aspectos singulares da natureza e da sociedade no ensino de cinemática.

O trabalho de Gonnelli Netto (2014) analisou a transposição do tópico Radiação de Corpo Negro para o Ensino Superior. A análise foi realizada a partir de dois livros-texto, que foram propostos para uma disciplina, intitulada “Estrutura da Matéria 1”, da Universidade Federal de Santa Catarina. Além dos livros, ainda foi realizada uma análise nos exercícios das listas de tarefas e nas provas aplicadas durante a apresentação do conteúdo aos alunos. A TAD foi utilizada como referencial teórico por possibilitar a modelização da atividade didática sob múltiplas perspectivas, tanto com relação aos dois blocos (“saber” e “saber fazer”), possibilitando estabelecer o posicionamento da tríade aluno-

conhecimento-professor, que se inserem na instituição social e que ao mesmo tempo estão sob o governo das regras e praxeologias de uma instituição, segundo o autor.

O trabalho de Bueno (2015) encontra na TAD o referencial teórico que permitiu identificar quais saberes são produzidos pelo museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, por meio de suas ações educativas, sejam por meio de exposições, ou em especial, pelo diorama “Floresta Amazônica”, como podem ou não ser observados pelo visitante, por meio de uma Organização Praxeológica (OP).

A dissertação de Bernardo (2015) se debruçou sobre a análise praxeológica dos tópicos de Física Moderna em cinco livros didáticos do PNLD, tomando por base a TAD como ferramenta teórico/metodológica. O autor afirma que foi possível evidenciar a transposição didática dos conhecimentos e a maneira como estes são abordados pelos livros.

Observamos que a maior contribuição da TAD nessas pesquisas de dissertação está associada a esse delineamento que a teoria proporciona a partir da organização praxeológica, por meio dos elementos da tarefa, técnica, tecnologia e teoria, nas investigações de livros didáticos, manuais de ensino, dioramas, atividades e até mesmo avaliações.

Nas teses analisadas, a organização praxeológica é o principal foco nos trabalhos de Chagas (2009), que estuda a ocorrência do processo de Transposição Didática Externa do conceito transformação química, e de Schivani (2014), que considera momentos didáticos para analisar atividades que fazem uso de kits de Lego no ensino de Robótica Educacional.

Machado (2011) analisa como futuros professores de ciências dos anos finais do Ensino Fundamental praticam atividades acerca do conteúdo de digestão humana. Para isso, apresenta uma Organização Biológica e Didática. A Organização Biológica é um elemento inovador, uma vez que a TAD trabalha dentro de uma perspectiva da Organização Matemática, pois, como já mencionamos, é na Didática da Matemática que a Teoria surge. Com a Tese de Machado aparece a proposta de uma organização que será típica do ensino de Ciências, e aqui em especial do Ensino de Biologia.

Souza (2015) faz uma análise da formação e da prática do professor, no contexto da inovação curricular, com a inserção da Física Moderna e Contemporânea. Para isso, apresenta uma articulação possível entre a TD e a TAD na identificação das praxeologias adotadas pelo professor durante o processo de didatização dos saberes, ao mesmo tempo enfatizando o importante papel do professor nesse processo de transposição intramuros da sala de aula. Por fim, Yamazaki (2015) realiza uma investigação da estrutura didática dos livros didáticos de física básica do Ensino Superior.

A partir do exposto, observamos que a utilização da Teoria Antropológica do Didático como ferramenta teórica e metodológica pode ser amplamente difundida e utilizada no campo das ciências, de forma semelhante à sua utilização na matemática, inclusive com estruturas que vão se adequando ao campo das Ciências. A tese apresentada por Machado (2011) é um bom exemplo, uma vez que propõe uma Organização Biológica, e possibilita que enxerguemos que existe uma necessidade de adaptação da teoria às necessidades e particularidades de uma área.

Observamos que na produção acadêmica de dissertações e teses a Física tem um destaque maior, em seguida, aparece a biologia com duas produções bem relevantes, uma vez que uma delas vem caracterizar uma Organização Biológica e, por fim, ao surgimento de um trabalho no campo da Química, o que nos faz perceber que parece existir uma tentativa de utilização da TAD de forma mais efetiva em outros campos do ensino das ciências, uma vez que a teoria se mostra uma ferramenta eficaz no delineamento da compreensão do percurso do saber durante o seu processo de didatização até a sala de aula.

Embora não se possa negar que as análises relacionadas ao polo do saber são o principal objetivo da TAD, o saber não é o único foco dessa teoria. Outros elementos são também contemplados, como a interferência da instituição, dos objetos e das pessoas, a análise das organizações praxeológicas que se delineiam a partir de tarefas, técnicas, tecnologias e teorias, e como a Organização Didática acontece a partir da noção dos momentos didáticos.

Todos esses elementos conferem à TAD um potencial teórico e metodológico, para ser explorado na pesquisa voltada ao ensino, a fim de possibilitar uma investigação aprofundada dos recursos didáticos, mas não somente destes, da própria prática do professor e de toda a dinâmica que acontece intramuros da sala de aula.

Diante desse olhar que perpassa os periódicos e os trabalhos acadêmicos, partimos então para analisar os eventos de maior relevância na área do ensino das Ciências. Para essa modalidade de divulgação, decidimos fazer uma análise cienciométrica, que apresentaremos a seguir.

### **1.2.2 A Teoria Antropológica do Didático e a Transposição Didática: Panorama Geral sobre as Produções Científicas nos Principais Eventos de Ensino das Ciências**

Realizamos uma investigação quantitativa com inspiração na Cienciométrica. Os estudos cienciométricos são uma forma de analisar a produção científica, a partir de indicadores numéricos e uso de técnicas e análises estatísticas. Ressaltamos que, apesar da cienciométrica ser uma importante ferramenta que “permite analisar uma interessante dimensão das pesquisas que agrega, por exemplo, diferentes perfis indicadores de autores, grupos de pesquisa, produtividade das instituições científicas e tendências” (RAZERA, 2013, p. 2), não descartamos o método analítico, mas destacamos a importância deles para termos uma melhor compreensão dos dados que emergem da análise cienciométrica.

Para isto, foram consultados os anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), escolhidos pela importância no ensino das ciências. Todos são eventos bienais, com exceção do ENEBIO, sem periodicidade definida.

Estabelecemos um amplo recorte temporal, de 2000 até 2018, e realizamos o levantamento dos trabalhos por meio de consulta aos anais dos eventos, disponibilizados na rede. Utilizamos as seguintes palavras-chave na

busca pelos artigos: “transposição didática”, “teoria antropológica do didático”, “praxeologia”, “organização praxeológica” e “Chevallard”, pois são terminologias usuais nas discussões sobre a Transposição Didática e sobre a Teoria Antropológica do Didático. A priori, buscamos pelos títulos, palavras-chave e resumos do trabalho. Em seguida, para os trabalhos encontrados, realizamos uma leitura mais detalhada, para verificar os objetivos da pesquisa por meio da TD e da TAD.

Utilizamos o sistema “Grupo de Linguística”, da Insite, que fornece um relatório estatístico detalhado sobre vocabulário do texto, quantidade de ocorrências de cada palavra, tamanho das palavras, frequência de letras, listagem das palavras por ocorrência, entre outros. Para esse trabalho, nosso interesse foi na contagem das palavras para os títulos dos trabalhos. Os critérios para a análise foram adaptados de Kundlatsch e Cortela (2018) e apresentados no Quadro 03:

**Quadro 03:** Critérios de Análise

<b>Critérios</b>	<b>Justificativas</b>
Indicadores gerais de publicação	Verificar quantitativo de trabalhos nos respectivos anos de acontecimento dos eventos, a fim de termos um panorama geral na área das ciências sobre a socialização dos trabalhos sobre TD e TAD.
Conteúdo	Verificar o quantitativo das principais palavras que aparecem nos títulos dos trabalhos e quais são as palavras-chave mais citadas pelos autores, uma vez que estas palavras representam o cerne do contexto da pesquisa.
Autoria	Verificar o quantitativo da composição de autores e suas respectivas contribuições em números de trabalhos e identificar os autores que se destacam nessas produções.
Referências	Verificar o quantitativo de referências que aparecem nos resumos e nos trabalhos completos, das tipologias das referências e das referências sobre a TD e TAD mais utilizadas.

Fonte: Kundlatsch e Cortela (2018, adaptado).

Diante dos critérios elencados, partimos para as análises:

### 1.2.3 Indicadores gerais de publicação

Foram encontrados 85 trabalhos, que se subdividem com enfoque para a transposição didática e teoria antropológica do didático: 13 resumos, 70 trabalhos completos e dois de formato não identificados. Os trabalhos estão na tabela 01.

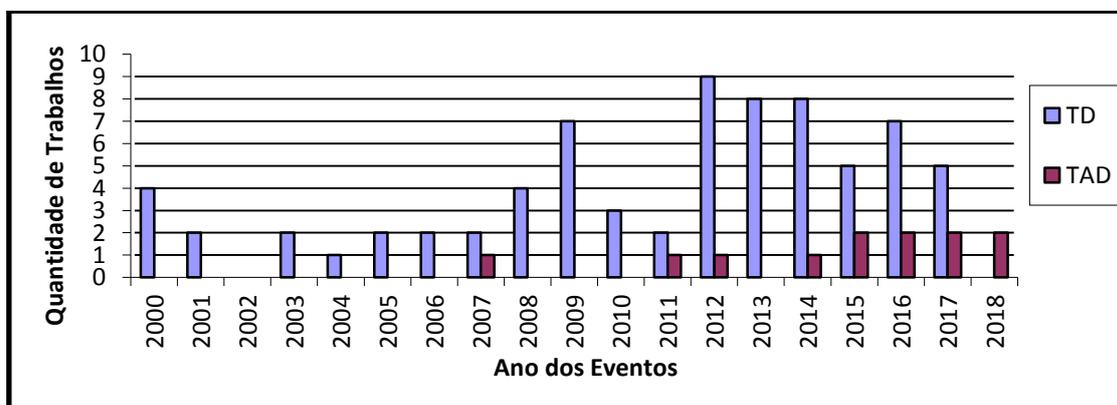
**Tabela 01:** Trabalhos encontrados nos principais eventos de Ensino de Ciências.

Ano	ENEQ		ENEBIO		EPEF		ENPEC	
	TD	TAD	TD	TAD	TD	TAD	TD	TAD
2000	0	0			4	0	-	-
2001	-	-			-	-	2	0
2002	0	0			0	0	-	-
2003	-	-			-	-	2	0
2004	0	0			1	0	-	-
2005	-	-	0	0	-	-	2	0
2006	0	0	-	-	2	0	-	-
2007	-	-	0	0	-	-	2	1
2008	1	0	-	-	3	0	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	6	0
2010	1	0	0	0	3	0	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	2	1
2012	5	0	1	0	3	1	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	8	0
2014	6	0	0	0	2	1	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	5	2
2016	5	0	1	1	1	1	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	5	2
2018	Indisponível		0	2	0	0	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>34</b>	<b>6</b>

Fonte: Própria.

Podemos observar que os trabalhos que envolvem TD aparecem com um quantitativo maior, em porcentagem, 85,88%. Por ano, observamos que a maior produtividade sobre TD está nos anos de 2009, 2012, 2013, 2014 e 2016, conforme figura 02:

**Figura 02:** Trabalhos por ano



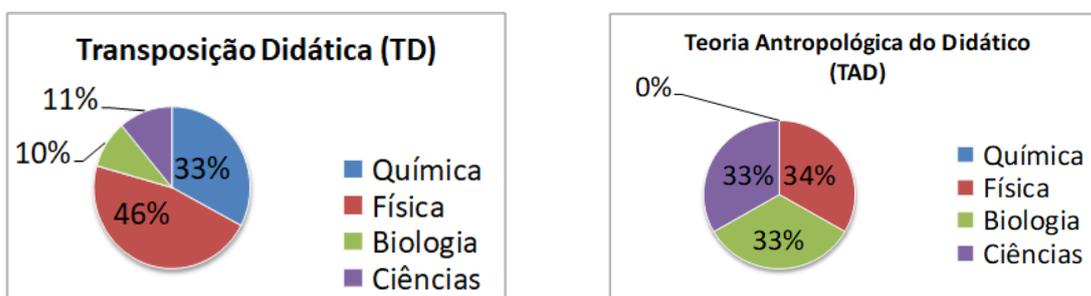
Fonte: Própria.

O VII ENPEC (2009) e o IX ENPEC (2013) são os eventos que concentraram exclusivamente os trabalhos sobre TD, pois foram os únicos eventos em ensino das ciências do ano, o que estimula a participação dos pesquisadores. A partir de 2012, a maior concentração de trabalhos acontece no XVI ENEQ (2012), XVII ENEQ (2014) e XVIII ENEQ (2016), o que sugere aumento de interesse dos pesquisadores neste campo na área de ensino de Química.

Os trabalhos com TAD começam a aparecer a partir de 2007, no VI ENPEC, e, desde então, seguem numa perspectiva crescente, mas ainda pequena. Observamos que, com relação a TD, Química e Física obtiveram a concentração de maior produção nos eventos específicos, no entanto, no ENPEC, a Física se destaca.

Com relação à TAD, os trabalhos apresentam um quantitativo pouco expressivo diante do potencial da teoria, com destaque para o ENPEC. A figura 03 sintetiza os resultados.

**Figura 03:** Trabalhos por disciplina



Fonte: Própria.

#### 1.2.4 Conteúdo

Utilizamos a Lei de Zipf ou Lei do Mínimo Esforço (GUEDES; BORSCHIVER, 2005), que consiste em medir a frequência que determinadas palavras aparecem em vários textos. Desse modo, é possível a formulação de uma lista de termos e conjecturar que essas terminologias possuem relação ao assunto. As palavras mais frequentes encontradas nos títulos estão apresentadas no quadro 04. Destacamos em cinza as palavras comuns às duas teorias. Podemos considerá-las como a intersecção entre a TD e a TAD.

**Quadro 04:** Frequência das palavras nos títulos

Palavras	Quantidade	Palavras	Quantidade
Transposição	49	Ciência (s)	13
Didática	48	Química	11
Ensino	30	Praxeologia	4
Livro(s)	22	Professor (es)	4
Didático (s)	20	Estudo	4
Física	20	Biologia	3
Saber (es)	16	Antropológica	2

Fonte: Própria.

Encontramos 242 palavras-chave, com uma maior frequência de repetição, pois dizem respeito as ideias centrais dos trabalhos. Chamamos a atenção para as palavras “transposição didática” e “livros didáticos”, que apresentaram um maior quantitativo de palavras, já que a maior parte dos trabalhos realizam investigações sobre a transposição com livros didáticos. Com relação às palavras-chave concernentes à TAD, chamamos a atenção para “praxeologia” e “praxeológica”, pois a maior parte dos trabalhos utilizam os elementos da organização praxeológica como ferramenta estruturante para a análise. O quadro 05 apresenta as frequências nas palavras-chave.

**Quadro 05:** Frequência das palavras nas palavras-chave

Palavras-chave (TD)	Quantidade	Palavras-chave (TAD)	Quantidade
Transposição didática	55	Teoria Antropológica do Didático	6
Livro(s) didático(s)	21	Praxeologia	6
Museu de Ciências	4	Momentos didáticos	3
Ensino de Física	5	Praxeológica	3
Ensino de Química	3	Ensino de ciências	2
Ensino de ciências	2	Formação de professores	2
Ensino de ciências e biologia	2	Estudo do meio	2

Fonte: Própria.

### 1.2.5 Autoria

A composição dos autores está no quadro 06.

**Quadro 06:** Composição dos Autores

Autores	Quantidade (TD)	Quantidade (TAD)
1	6 (8,21%)	2 (16,7%)
2	34 (46,57%)	6 (50,0%)
3	22 (30,13%)	3 (25,0%)
4	7 (9,60%)	0
5	2 (2,73%)	1 (8,33%)
6	2 (2,73%)	0
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>12</b>

Fonte: Própria.

A produtividade dos autores representa a contribuição de um determinado indivíduo ou grupo e não é aleatória, qualquer descoberta do cientista, por maior ou menor que seja, precisa passar pela aprovação de uma comunidade científica. Os resultados para TD e TAD apontam um quantitativo equilibrado de autores por pesquisa, o que nos faz pensar que há uma responsabilidade e preocupação dos autores com a qualidade desses trabalhos. A maior concentração de autores é de duas a três pessoas por trabalho, geralmente orientando e orientadores. Na tabela 02 apresentamos as contribuições por autor. Além deles, outros 15 autores possuem produção em TD ou TAD.

**Tabela 02:** Contribuições por Autor.

TD		TAD	
Autor	Trabalhos	Autor	Trabalhos
Simões Neto, J. E.	12 (16,43%)	Marandino, M.	4 (33,33%)
Pietrocola, M.	11 (15,06%)	Machado, V. M.	3 (25,0%)
Silva, F. C. V.	11 (15,06%)		
Silva, P. N.	8 (10,95%)		
Errobidart, N.C.G.	7 (9,60%)		
Marandino, M.	4 (5,48%)		
Sousa, W. B.	4 (5,48%)		
Melzer, E. E.	4 (5,48%)		
Gobara, S. T.	4 (5,48%)		
Souza, L. O.	4 (5,48%)		
Machado, V. M.	3 (4,10%)		
Silva, G. R.	3 (4,10%)		
Chagas, E.	3 (4,10%)		

Fonte: Própria.

## 1.2.6 Referências

Encontramos 1122 referências no total, as quais 894 foram utilizadas nos trabalhos sobre TD e 228 para os trabalhos sobre TAD. Cinco trabalhos não apresentaram referências. Quanto ao tipo de referência, os resultados estão na tabela 03.

**Tabela 03:** Tipos de Referências

Tipo de referências	Quantidade
Livros	528 (47,05%)
Artigos	306 (27,27%)
Anais	96 (8,55%)
Teses	55 (4,9%)
Dissertações	66 (5,88%)

Monografias	2 (0,17%)
Outros (Documentos governamentais e sites)	69 (6,14%)
<b>Total</b>	<b>1122</b>

Fonte: Própria.

Kundlatsch e Cortela (2018) mencionam a importância desse tipo de distinção, afirmando que desta forma é possível compreender o uso da informação científica. Os resultados apontam uma maior utilização de livros (47,05%) e artigos (27,27%), fontes mais confiáveis. Com relação as referências mais recorrentes nas pesquisas, destacamos algumas na tabela 04.

**Tabela 04:** Principais referências utilizadas nos trabalhos

<b>Tipo de referências</b>	<b>Quantidade</b>
Livros	528 (47,05%)
Artigos	306 (27,27%)
Anais	96 (8,55%)
Teses	55 (4,9%)
Dissertações	66 (5,88%)
Monografias	2 (0,17%)
Outros (Documentos governamentais e sites)	69 (6,14%)
<b>Total</b>	<b>1122</b>

Fonte: Própria.

Os resultados obtidos a partir dessa revisão com base cienciométrica são significativos como contribuição para o levantamento de dados sobre as principais produções acerca da Transposição Didática e da Teoria Antropológica do Didático, com enfoque para o ensino das ciências. Foi possível perceber uma maior concentração de trabalhos no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), em seguida no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e, por fim, no Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO). Apesar dos trabalhos sobre TD serem maioria na nossa amostra para análise, observamos uma tendência crescente de trabalhos sobre a TAD no campo das ciências.

Sobre o indicador de conteúdo, percebemos uma harmonia e coerência entre as principais palavras dos títulos e as principais palavras-chave. Ao destacar as palavras encontradas nos títulos dos trabalhos comuns às duas teorias, percebemos que existe relação entre elas, com o destaque das palavras “ensino”, “professor”, “física”, “ciências” e “biologia”. A TD e a TAD se propõem a analisar o ensino de determinado saber em sala de aula, logo, o professor é o personagem de interesse no processo de ensino. Ainda, as principais áreas dos saberes envolvidos nessas pesquisas também ganham destaque nessa inter-relação.

Sobre o indicador de autoria, a maioria dos trabalhos tem dois ou três autores, sendo este número considerado equilibrado na produção dos trabalhos. Dentre os autores, destacamos dois que apresentam contribuições paralelas tanto sobre TD quanto com a TAD, em biologia. Entre os autores que mais publicam trabalhos em eventos na TD, dos cinco com maior ocorrência, três são da área de Química e dois da área de Física.

Em relação ao último indicador, referências, observamos uma predominância de artigos e livros, totalizando 74,32% das fontes de consulta utilizadas nos trabalhos. Sobre as referências mais recorrentes, o livro de Chevallard sobre Transposição Didática é o grande destaque, com 45 citações, pois é o principal material que fundamenta a utilização das teorias em questão. Observamos que as outras referências são do campo das ciências e trabalham numa perspectiva de discussão sobre a Didática das Ciências, o que é importante para o aprofundamento das discussões dessas teorias no campo das ciências, uma vez que a estamos transpondo do campo da matemática.

A partir desse breve levantamento, é possível observar como a Teoria Antropológica do Didático é, de fato, um campo aberto de possibilidades para as investigações em Ensino das Ciências, em especial para o Ensino de Química. Deste modo, nosso objetivo é utilizá-la como aporte teórico e metodológico para investigar o planejamento de aula do professor, bem como a prática docente em sala de aula. Apresentaremos as Teorias que fundamentam este trabalho, e mais a frente detalharemos o caminho metodológico utilizado neste trabalho de dissertação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

Nesta seção, abordamos o principal referencial teórico desta pesquisa, a Teoria Antropológica do Didático, de Yves Chevallard, que norteia toda a nossa investigação. Discutiremos como se deu a evolução da TAD a partir da Noção de Transposição Didática (TD), mostrando que hoje ela busca responder a questionamentos mais amplos, que envolvem não só a compreensão da modificação do saber de uma esfera (científica) à outra (escolar), mas a sobrevivência de um determinado saber e como ele se organiza numa dada ecologia<sup>2</sup>.

Essa organização foi denominada por Chevallard (1991) de Organização Praxeológica e comporta quatro elementos estruturantes, a saber: as Tarefas, Técnicas, Tecnologias e Teorias, sendo constituída por dois blocos: o bloco prático/técnico (tarefas e técnicas), associado ao saber-fazer, e o tecnológico-teórico (tecnologias e teorias), associado ao saber.

A análise da Organização Praxeológica possibilita um controle maior da dinâmica de ensino, pois permite investigar o papel dos atores no processo de forma sistemática, ou seja, possibilitando uma visão mais ampla da Transposição Didática Interna.

É importante ressaltar que a Organização Praxeológica, a Organização química<sup>3</sup>, no caso específico de nosso estudo, e a Organização Didática são interdependentes, pois a primeira está estruturada de modo a utilizar os elementos da praxeologia e a segunda se estrutura nos seis momentos didáticos: (1) o encontro com a organização química; (2) o momento da exploração dos subtipos de tarefa e elaboração de técnicas; (3) o da constituição do ambiente tecnológico e teórico; (4) o trabalho da técnica; (5) o da institucionalização; e (6) e o da avaliação. Deixamos claro que esta sequência não é estática e que ela pode ocorrer em conjunto com outros momentos.

---

<sup>2</sup> Na Biologia a ecologia estuda as relações dos seres vivos entre si e destes com o meio, transpondo essa compreensão para a TAD, entendemos que ela se preocupa com o entendimento do funcionamento do sistema didático, de modo a estudar o hábitat do saber e suas inter-relações.

<sup>3</sup> Originalmente, Chevallard fala em Organização Matemática. Conforme já mencionamos, um dos nossos objetivos é propor, a partir do referencial desse autor, a ideia de uma Organização Química.

## 2.1 Teoria Antropológica do Didático

O termo Transposição Didática (Transposição de Saberes) surge inicialmente por volta de 1975 nos trabalhos do sociólogo francês Michel Verret, e toma maior proporção alguns anos mais tarde, nos trabalhos de Yves Chevallard, que ampliou tal noção no campo do ensino da matemática. Silva, Silva e Simões Neto (2017) esclarecem que a Transposição Didática permite uma compreensão didática e epistemológica do percurso de formação dos saberes em três esferas distintas: Saber Sábio (ou Saber Científico), Saber a ser Ensinado (ou Saber a Ensinar) e Saber Ensinado. O que essa noção pretende explicar é a forma como esses saberes são transformados durante a mudança de esfera de atuação, ou seja, na mudança de instituição.

Essas mudanças são inevitáveis e ocorrem em virtude dos diferentes objetivos de cada um desses saberes na instituição à qual pertencem. Na esfera escolar, a modificação do saber possibilita, inclusive, transformá-lo de maneira tal, que ele possa estar adequado ao nível cognitivo dos alunos, esperado para determinada série, uma vez que a transposição busca possibilitar aos alunos a apropriação do saber, a partir das situações de ensino propostas pelo professor.

Por outro lado, a transformação de um saber de científico para escolar, quando realizada sem a adequada vigilância epistemológica (CHEVALLARD, 1991), pode “desfigurar” o saber de origem de modo que este fique irreconhecível, por isso, o papel dessa vigilância é fundamental nesse processo, pois é ela quem fiscaliza e identifica os eventuais erros do processo e alerta para que sejam corrigidos pelas instituições.

No entanto, apesar de todas as contribuições que a noção de Transposição Didática traz à investigação em educação matemática e ensino de ciências, ainda existiam lacunas, fazendo emergir uma necessidade de buscar uma teoria que pudesse apresentar a modelização dessa prática de forma mais adequada. A Teoria Antropológica do Didático (TAD) dá essa possibilidade, a partir do momento que ela estuda o professor diante de situações de ensino, quando não apenas o saber é colocado como objeto de estudo, mas também a prática do professor associada ao saber transposto.

A TAD tem origem, segundo Machado (2011), num Programa Epistemológico que inicia suas investigações a partir dos trabalhos de Guy Brousseau, pesquisador francês da área da Didática da Matemática. Segundo Gascón (2003), o programa trouxe respostas significativas para as dificuldades que os alunos tinham em relação à matemática, pois foi possível propor modificações com relação à Organização Matemática e Organização Didática na escola.

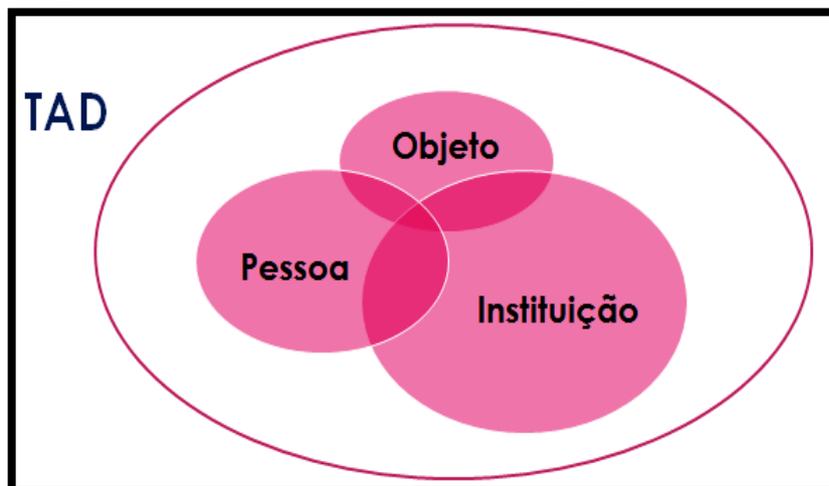
Entendemos que a TAD foi pensada para possibilitar um acompanhamento mais sistemático das relações de ensino e aprendizagem, dada essa possibilidade de poder analisar o papel dos atores nesse processo de forma metódica, ou seja, dando-nos uma visão mais ampla da Transposição Didática Interna, realizada pela figura do professor de forma gradual.

Outro fator que é importante é que, apesar da TAD ter surgido no âmbito da Didática da Matemática, não houve restrições para outros campos do conhecimento. O próprio Chevallard (2004, apud MACHADO, 2011) utilizou como exemplos os domínios das disciplinas de Física, Química e de Biologia, informação relevante que consolida a aproximação da TAD com esses campos de conhecimento.

A TAD (CHEVALLARD, 1999) traz, em seu bojo, a concepção da matemática como uma atividade humana, daí a ideia de propor uma visão antropológica desse campo. Como fruto da atividade dos indivíduos, ela existe na sociedade, e pode ser estudada a partir de um contexto ecológico: o saber matemático “vive” numa dada ecologia, e nela evolui, se transforma, desaparece. De forma mais ampliada, podemos pensar que essa ideia também está relacionada a outros campos de saberes, como as ciências. Nosso objetivo nesse estudo é o de propor esse olhar antropológico na Química.

Para uma melhor compreensão da TAD, Chevallard (1999) apresenta três conceitos primitivos fundamentais: os **objetos** (representado pela letra “O”), as **pessoas** (representada pela letra “X”) e as **instituições** (representado pela letra “I”). Podemos pensar que esses elementos se inter-relacionam, conforme demonstrado na figura 04:

**Figura 04.** Elementos estruturais da praxeologia na TAD.



Fonte: Própria.

O **objeto** tem um papel fundamental na teoria, pois de acordo com Chevallard (1992, p.127) “um objeto existe a partir do momento em que uma pessoa **X** ou uma instituição **I** o reconhece como existente (para ela)”. Ou seja, o objeto só existe porque é objeto de conhecimento. Podemos citar como exemplos de objeto, a escola, o professor, o conteúdo de cinética química, os alunos, a posição que assumimos numa instituição, etc. Aplicando um desses exemplos em um contexto, podemos pensar que todo e qualquer saber discutido em uma sala de aula é considerado objeto, o objeto saber, se este saber se torna inválido, e deixa de ser reconhecido, automaticamente, ele deixa de ser objeto.

Com relação à **instituição**, Chevallard (1999) considera:

Que uma instituição (**I**) é um dispositivo social total que pode ter apenas uma extensão muito reduzida no espaço social, mas que permite e impõe a seus sujeitos [...] maneiras próprias de fazer e de pensar (CHEVALLARD, 1999, p.1)

Corroborando com as ideias de Chevallard, entendemos que é a partir da instituição que um determinado saber ganha forma e aplicabilidade, seja ele, a partir da instituição professor (que também é pessoa), ao preparar uma aula e ministrá-la numa extensão reduzida do espaço social (a sala de aula), e que ao mesmo tempo possui a liberdade de expressá-la de maneira própria.

A TAD enfatiza que todo saber é o saber de uma instituição, e de acordo com essa afirmação, concordamos com Diniz et al. (2015) quando afirmam que

cada forma de saber pertence a um contexto, seja a comunidade científica na produção do saber científico, seja a noosfera, que transpõe o saber científico ao saber a ser ensinado na comunidade escolar, ou seja a escola ao trabalhar o saber ensinado, ambas, enquanto instituição atuam como detentoras de um saber.

Em relação ao conceito de **pessoa**, podemos dizer que possui relações pessoais com o objeto (**O**) e se caracteriza pela intersecção entre pessoa (**X**) e objeto (**O**), demonstrado de forma simplificada pela **R (X,O)**. Mas também é possível verificar relação com a Instituição (**I**), a partir do momento que se posiciona como tal.

Araújo (2009), fazendo menção às ideias de Chevallard, chama a atenção para outro fator importante que não se deve pensar que ‘todo **indivíduo** é uma **pessoa**’, pois a pessoa muda, ou seja, se transforma com o passar do tempo, e aí dependendo da transformação, sua relação com o objeto pode não ser mais a mesma com o passar do tempo. Já o indivíduo não, sua relação com o objeto não varia. Conforme afirma Chevallard:

Bem entendido, no curso do tempo, o sistema das relações pessoais de X evolui; objetos que não existem para ele passam a existir; outros deixam de existir; para outros enfim a relação pessoal de X muda. Nesta evolução, o invariante é o indivíduo; o que muda é a pessoa (CHEVALLARD, 1999, p. 226)

Propondo um exemplo para entendermos melhor essa distinção entre pessoa e indivíduo, frente às suas relações com o objeto e a instituição, podemos pensar da seguinte forma: a “pessoa professor” pode mudar, em vários aspectos, sua relação com um determinado objeto e instituição. Na instituição Y, a “pessoa professor” possui uma relação, enquanto na instituição Z a “pessoa professor” tem uma relação diferente.

A mesma coisa acontece com relação ao objeto, se pensamos no objeto do saber, a “pessoa professor” pode lecionar diferentes disciplinas, e conseqüentemente sua relação com esses objetos do saber pode ser diferente, em virtude da sua formação e afinidades, relacionado a instituição que ele atua, se é pública ou privada, etc. Daí sua relação com o objeto também muda. No entanto, porque o indivíduo não varia? É simples: se pensarmos neste exemplo

que foi colocado, esse indivíduo será o mesmo em todas as situações, por isso que o indivíduo é invariável nas relações entre objeto e instituição.

É bem pertinente o que coloca ainda Rosa dos Santos (2015, p.39), quando diz que “um **indivíduo (X)** torna-se **sujeito** de uma instituição quando passa a ocupar determinada posição na instituição”. A autora ilustra com o exemplo de uma criança que se torna “sujeito” da instituição escola quando ela passa a ocupar a posição de aluno, ou seja, para a criança se manter ali, ela precisa se sujeitar às condições que a instituição escola determina para ela, e desta forma, uma contribui para a existência da outra. O mesmo se aplica à figura do professor, dos coordenadores, e de outros indivíduos que assumem papéis nas instituições.

Na mesma linha de discussão, Bessa de Menezes (2010) afirma que um indivíduo, ao se relacionar com uma determinada instituição (I), acaba tendo que se sujeitar às suas demandas, hábitos e formas.

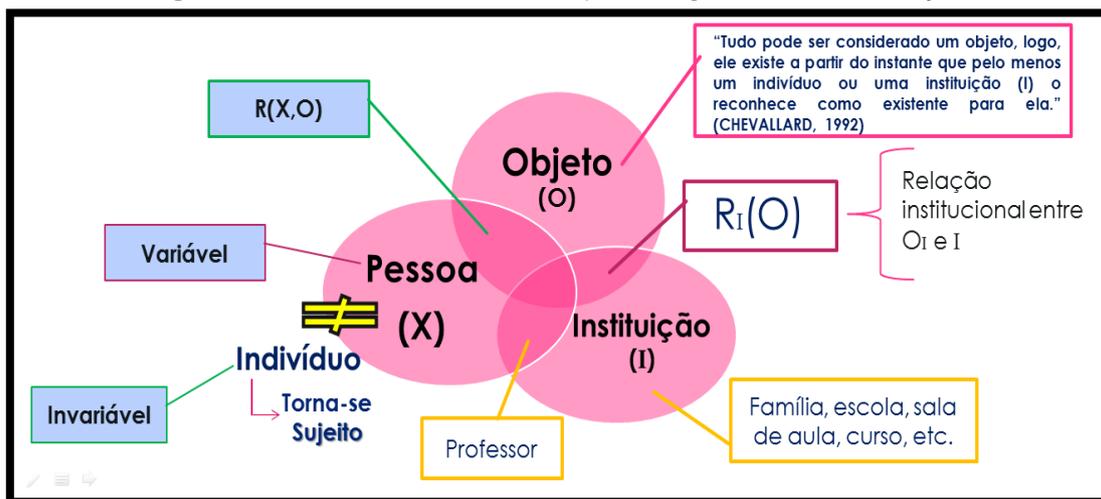
Se pensarmos sobre a relação de sujeição a uma determinada Instituição, podemos fazer algumas conjecturas sobre o professor, refletindo que alguns destes profissionais podem até possuir um perfil mais dinâmico e criativo em sala de aula, no entanto, dependendo da Instituição “escola” a qual pertencem, esta pode dar total liberdade de ação ou inibir sua prática em sala de aula. Por exemplo, no caso de uma escola que possua um perfil mais conservador e tradicional, que pode não aceitar determinadas atividades e dinâmicas propostas pelo professor para a sala de aula.

Cabe aqui refletir sobre a relação de sujeição de um indivíduo a determinadas instituições. Neste caso, talvez, este professor decida se tornar o “bom sujeito” para garantir o seu sustento financeiro na Instituição, ou não, e assim dependendo de como a Instituição o vê, ele pode não ser considerado adequado, por causa da sua insujeição a ela.

Essa relação de sujeição é extremamente relevante, principalmente para esse olhar para a sala de aula, pois a partir dela é possível analisarmos e compreendermos determinadas atitudes em certas instituições, quando os mesmos indivíduos agem de forma completamente diversa em diferentes instituições, ou seja, o meio também tem um grande poder de influência sobre

a prática. Cabe destacar, também, que tal sujeição não está plenamente sobre o controle do sujeito, pois há questões não conscientes, bem como, ligadas às instâncias sociais e contratuais (num sentido implícito), que estão também em jogo. Propomos o seguinte esquema, figura 05, a fim de facilitar a compreensão dessas relações:

**Figura 05.** Elementos estruturais da praxeologia e suas inter-relações.



Fonte: Própria.

Mediante o exposto, reforçamos a importância da TAD como um método de análise que permite a descrição e o estudo das condições de realização das práticas institucionais, visto que o saber matemático, assim como o saberes científicos, são oriundos de uma prática humana e também institucional.

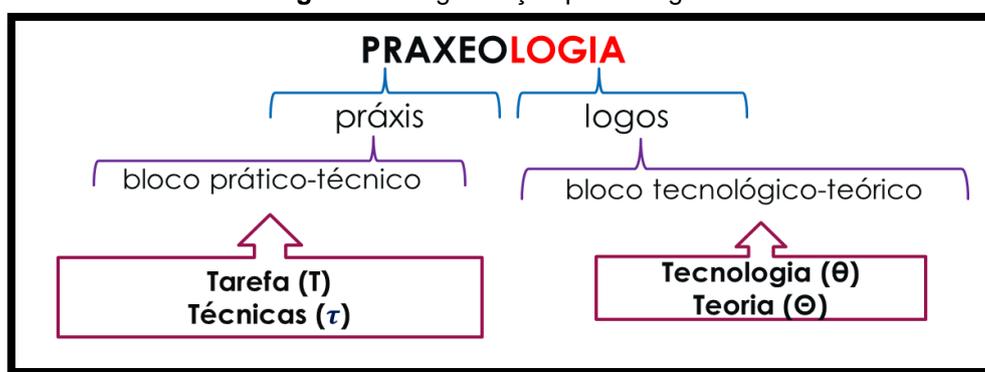
### 2.1.1 Organização Praxeológica da TAD

A Praxeologia, conforme Mendes (2015), tem origem em duas palavras gregas, a saber, *práxis* e *logos*, que estão associadas a princípios que envolvem elementos práticos e teóricos da ação humana, na realização de alguma atividade. A palavra *práxis* está associada à parte prática, enquanto o *logos* está relacionado ao racional, lógico e inteligível do saber-fazer. Para Chevallard (1996 apud CANNE, 2015), toda atividade humana está estruturada em quatro elementos básicos, denominados de: tarefa (**T**), técnica ( $\tau$ ), tecnologia ( $\theta$ ) e teoria ( $\Theta$ ). Levando em consideração esses elementos como norteadores da atividade humana, quando coloca em ação um conjunto de

elementos que organizam e estruturam a prática humana [T,  $\tau$ ,  $\theta$ ,  $\Theta$ ], Chevallard (1999) nomeia a **praxeologia, ou Organização Praxeológica**.

A **Praxeologia** se subdivide em dois blocos, um denominado de bloco **prático-técnico**, representados por essas duas letras gregas *tau* maiúscula e minúscula, respectivamente [T/ $\tau$ ], e que representam a parte do “saber fazer”. O outro bloco é denominado de **tecnológico-teórico**, representados pelas letras gregas *theta* minúscula e maiúscula, respectivamente [ $\theta$ / $\Theta$ ], que normalmente é identificado como um saber, conforme esquematizado na figura 06:

Figura 06. Organização praxeológica da TAD.



Fonte: Própria.

Essa noção de praxeologia foi desenvolvida por Chevallard (1999), ancorada nos conceitos de tipos de tarefa a realizar, de técnicas mobilizadas para realizar os tipos de tarefas, de tecnologias que explicam ou justificam as técnicas, e de teorias que fundamentam as tecnologias, propriedade matemática. Chevallard (1999) considera que esses quatro elementos fornecem uma grade que permite analisar e modelizar as atividades matemáticas, nessa pesquisa as atividades químicas.

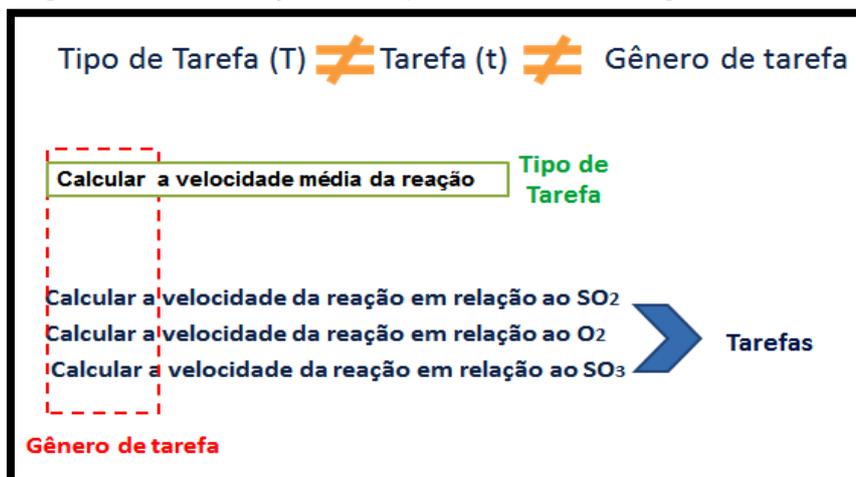
Os **tipos de tarefas (T)** se fundamentam num princípio antropológico, que para que se estabeleça, o objeto precisa estar bem definido. No nosso entendimento, a tarefa é como uma “voz de comando”, ou seja, para que se possa ser executada, precisa estar claramente explícito o que deve ser feito. Por isso, de uma forma geral, uma tarefa é expressa por um verbo, que representa a ação da tarefa: CALCULAR a velocidade média de uma reação química, DETERMINAR o nível de valência pela distribuição eletrônica,

CALCULAR a variação da entalpia de uma reação. O verbo, sozinho, por sua vez, indica o gênero da tarefa.

De acordo com Chevallard (1999), as tarefas desempenham um papel importante na aquisição de um conteúdo conceitual, pois para esse autor, essas tarefas, além de promover a interação e colaboração entre alunos e professores, podem determinar parte da Organização Praxeológica a respeito do conteúdo a ser estudado.

Chevallard (1998) apresenta uma distinção concernente às tarefas, classificando-as em: **tarefas**, **tipos de tarefas** e **gêneros de tarefas**, na qual explica que estas “são construção institucionais que não provêm da natureza” e afirma que suas reproduções em sala de aula são fontes de estudo da Didática. A fim de facilitar a compreensão pelo leitor sobre essa diferença entre tipos de tarefas, tarefas e gênero de tarefa, apresentamos alguns exemplos na figura 07:

**Figura 07.** Diferenciação entre tipo de tarefa, tarefa e gênero de tarefa.



Fonte: Própria.

Desta forma, fica claro que as tarefas pertencem ao tipo de tarefa, que se posiciona como algo mais amplo, e o gênero de tarefa, que se insere no sentido de ser o “mesmo comando” que as tarefas possuem, neste exemplo, a ação calcular.

O “como resolver a tarefa” é o motor gerador de uma praxeologia, pois a partir daí é preciso ter, ou construir, uma **técnica**, que vem com o objetivo de ser o meio pelo qual a tarefa poderá ser solucionada.

Segundo Chevallard (1998), uma praxeologia relativa a um tipo de tarefa **T** necessita, a priori, de uma técnica  $\tau$  associada a ela. No entanto, de acordo com o autor, não necessariamente uma determinada técnica  $\tau$  será suficiente para realizar todas as tarefas. Essa colocação é pertinente, pois se toda tarefa a ser realizada possuísse uma única técnica que fosse suficiente para qualquer tipo de tarefa, teríamos situações demasiadamente genéricas, e que desconsiderariam a complexidade existente das relações nas quais as tarefas são construídas.

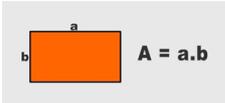
Na verdade, um problema colocado a partir de uma tarefa ou tipo de tarefa visa instigar aquele sujeito da instituição que vai resolver o problema a utilizar os mais variados meios, mostrando e fazendo uso de elementos que apresentam uma complexidade, em virtude das próprias teorias que estão por trás da intencionalidade de uma tarefa. Para facilitar novamente a compreensão do que seria a técnica, apresentamos um exemplo na figura 08:

**Figura 08.** Exemplo de uma técnica na resolução de uma tarefa.

**É o caminho para conseguir realizar a tarefa.**

Exemplos:

1. Calcule a área do retângulo.
2. Qual a posição do selênio ( ${}_{34}\text{Se}$ ) na tabela periódica?



$A = a \cdot b$

Diagrama de Linus Pauling

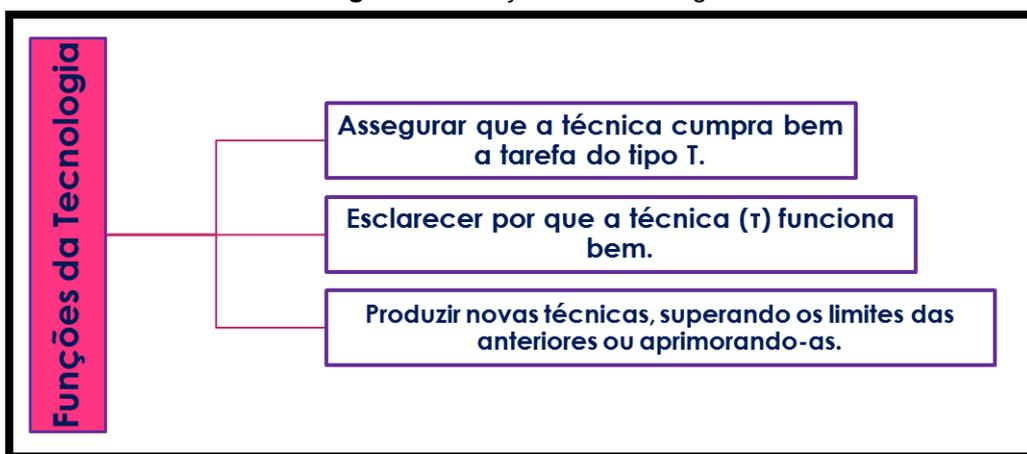
K =	1s <sup>2</sup>				
L =	2s <sup>2</sup>	2p <sup>6</sup>			
M =	3s <sup>2</sup>	3p <sup>6</sup>	3d <sup>10</sup>		
N =	4s <sup>2</sup>	4p <sup>6</sup>	4d <sup>10</sup>	4f <sup>14</sup>	
O =	5s <sup>2</sup>	5p <sup>6</sup>	5d <sup>10</sup>	5f <sup>14</sup>	
P =	6s <sup>2</sup>	6p <sup>6</sup>	6d <sup>10</sup>		
Q =	7s <sup>2</sup>	7p <sup>6</sup>			

Fonte: Própria.

No primeiro exemplo, que apresenta uma tarefa relacionada a um saber matemático, observamos que a técnica para resolver o problema é a utilização da fórmula da área do retângulo, em que a área será igual ao “lado **a**” multiplicado pelo “lado **b**”. O resultado desta multiplicação é o valor da área. Já no segundo exemplo, trabalhando com um saber oriundo da química, para se achar a posição do elemento químico selênio na tabela periódica, podemos fazer uso da distribuição eletrônica em níveis e subníveis de energia, sendo esta distribuição uma das técnicas utilizadas para saber o posicionamento de um elemento químico, sem a consulta direta a uma tabela periódica.

Já a **tecnologia ( $\theta$ )** tem a finalidade de explicar e justificar a técnica  $\tau$  de maneira racional. Desta forma, o discurso tecnológico contém afirmações que pode conter explicações que num determinado nível faz surgir outro elemento da Organização Praxeológica denominado por Chevallard (1998) de **teoria  $\Theta$** . Apresentamos na figura 09 algumas das principais funções da tecnologia.

**Figura 09.** Funções da tecnologia.



Fonte: Chevallard (1998 apud ARAUJO, 2009, adaptado).

A **teoria ( $\Theta$ )** “refere-se a um conjunto mais abstrato de conceitos e argumentos dispostos em um discurso geral que justifica a tecnologia em si” (MARTENSEN, 2011, p.218). A teoria associada à tecnologia forma o bloco tecnológico-teórico.

Então, em resumo, a Praxeologia ou Organização Praxeológica é constituída por um bloco prático-técnico, que envolve a tarefa e a técnica [ $T, \tau$ ] e por um bloco tecnológico-teórico que envolve a tecnologia e a teoria [ $\theta, \Theta$ ].

Para Barbosa e Lins (2010, p. 5) “a organização matemática é elaborada em torno de uma noção, ou conceito, inerente à própria matemática”, parafraseando, podemos dizer que, mediante o exposto, é possível afirmar que a organização química é elaborada em torno de uma noção, ou de um conceito, inerente à própria Química. Sendo assim, os elementos da praxeologia se tornam satisfatórios na modelização dessa organização. No entanto, é importante observarmos que a Organização Didática também é fundamental e imprescindível para a Organização Química, pois surge da busca pela melhor maneira de apresentá-la.

Com o intuito de realizar uma Organização Didática, Chevallard (1999) introduz a noção de momento, e apresenta seis momentos didáticos, que expressam em linhas gerais uma sequência de situações que o professor desenvolve de forma planejada na sua aula. “Os momentos didáticos são, primeiramente, uma realidade funcional do estudo, antes de ser uma realidade cronológica” (ALMOULOUD, 2010, p. 124), ou seja, estes não precisam seguir uma ordem linear e rígida, pois não se trata de uma sequência definida e imutável. Ao contrário, os momentos podem ocorrer inclusive simultaneamente. No nosso entendimento, eles são apenas uma forma de sistematizar a organização didática.

Corroborando ainda com essas reflexões sobre a organização didática, Rosa dos Santos (2013) explica que o professor escolhe a forma de iniciar o conteúdo, as atividades que são mais coerentes com o seu trabalho em sala de aula, os conceitos que serão abordados e as técnicas associadas às tarefas propostas. Desta forma, torna-se possível, a partir dessa noção de momentos, determinar a maneira como a praxeologia química se realiza.

O primeiro momento definido por Chevallard (1999) está relacionado ao encontro com a Organização Praxeológica a partir das tarefas, ou seja, podemos conjecturar que esse encontro acontece quando o professor, ainda no seu planejamento, estabelece como aquela aula vai iniciar, e as primeiras atividades a serem resolvidas pelos seus alunos em sala de aula, ou seja, é como o primeiro contato se estabelece, aqui é notório, os primeiros elos com a Organização Química.

O segundo momento é marcado pela exploração do tipo de tarefas **T** e elaboração de uma técnica  $\tau$  relativa a este tipo de tarefas. É nesse momento que a aprendizagem de um determinado saber começa a acontecer, e o professor se coloca como mediador do processo. É nesse contexto que o aluno tem a oportunidade de desenvolver sua autonomia na busca, inclusive, de outras técnicas que lhe deem suporte na realização de uma tarefa. É importante, que o aluno não se limite ou se restrinja a uma única técnica, caso existam outras associadas àquela determinada tarefa.

O terceiro momento é o da constituição do ambiente tecnológico-teórico, que na verdade começa a se constituir desde o primeiro encontro, mas vai amadurecendo e se consolidando à medida que a técnica  $\tau$  vai sendo apropriada pelo indivíduo.

O quarto momento é o do trabalho da técnica, que ocorrerá com a utilização de diferentes tarefas, com o intuito de melhorá-la. Neste momento observamos que o indivíduo já está apto a trabalhar com situações mais complexas. É nesse momento que os aspectos tecnológicos também se aprimoram.

O quinto momento é o da institucionalização, momento esse em que se acredita que a Organização Química se consolida, a partir de um forte trabalho do professor.

Por fim, o sexto momento que é caracterizado como o momento da avaliação, e é considerado um dos mais importantes da Organização Didática na TAD, uma vez que é por meio dele que o Professor toma como objeto de estudo as produções dos alunos e analisa o que foi de fato apreendido por eles ou não, para que possa atuar de forma mais específica nas dificuldades dos estudantes. Outro ponto observado nesse momento diz respeito ao aluno, pois ele também tem a oportunidade de se “refazer”, a partir das colocações do professor, melhorando e se aperfeiçoando durante todos os momentos.

Na próxima seção apresentaremos outro aporte teórico que também faz parte do embasamento deste trabalho, as Situações-Problema (SP), uma vez que um dos nossos objetivos de pesquisa é analisar a Organização Química e Didática que norteiam a Prática do Professor na execução da Intervenção Didática sobre Situações-Problema em sala de aula.

## **2.2 Situações-Problema**

Discorreremos nesta seção sobre as vantagens de usar a Situação-Problema (SP) para a abordagem dos conceitos químicos. Apresentamos as definições, algumas orientações para a elaboração, aplicação e avaliação de uma Situação-Problema e, por fim, traçamos as possíveis aproximações entre a TAD e as SP.

Diante das dificuldades demonstradas pelos estudantes com relação a aprendizagem de conceitos químicos, muitos pesquisadores têm se debruçado na busca por novas estratégias que venham ajudar na compreensão destes conceitos em sala de aula. Podemos citar: Soares (2008) que apresenta o lúdico como um terreno amplo para pesquisas, Souza e Silva (2012) que propuseram um jogo didático para trabalhar a temática de nomenclatura e funções orgânicas, Lisbôa (2015) que mostra a partir de um levantamento detalhado dos artigos publicados na revista QNESc as contribuições da experimentação para o ensino de Química, Leite e Carneiro Leão (2013) apresentam uma análise das contribuições das TICs na formação continuada de professores de química, entre outros.

No entanto, apesar de existir uma grande quantidade de pesquisas que trabalham a partir de novas estratégias de ensino, é muito comum encontrarmos professores que ainda pensam suas aulas predominantemente expositivas e que utilizam o livro didático como instrumento de apoio único na elaboração de suas aulas. Tal discussão é bastante ampla e envolve muitas outras problemáticas, que perpassam a falta da valorização do professor, carga horária exorbitante, falta de recursos, sem falar das exigências de algumas escolas que impõem o trabalho de forma única e exclusiva com o material didático da instituição, que acaba inibindo a liberdade do professor em buscar outras fontes.

Apesar de toda dificuldade que norteia o trabalho do professor, sua atuação na escola é fundamental para construir e instigar no aluno o pensamento crítico, a curiosidade, a busca pelo conhecimento, fazendo com que eles se tornem sujeitos mais ativos e participativos na sociedade. É bem verdade que essa construção não acontece de uma hora para outra, é necessário um trabalho sério e persistente.

Diante das diversas estratégias a disposição do professor, e que apresentam resultados satisfatórios nas relações de ensino e de aprendizagem, optamos nesta pesquisa por trabalhar com as Situações-Problema, uma potente estratégia a ser utilizada pelo professor, pois a partir dela é possível problematizar situações reais ou fictícias relacionadas ao

cotidiano do aluno, possibilitando uma maior autonomia na aprendizagem dos conceitos químicos.

A resolução de uma Situação-Problema coloca o estudante em um contexto mais próximo da sua realidade, facilitando a percepção da utilidade que a química possui na resolução de questões do cotidiano, trazendo um sentido muito mais amplo do que a mera aplicação acrítica de fórmulas e equações, que dificilmente são trabalhadas de forma contextualizada e reflexiva.

É comum no contexto escolar a utilização de exercícios em sala de aula, que na maior parte das vezes busca ajudar na fixação de um determinado conteúdo, mas que não trazem em si uma problematização que possibilite reflexão sobre questões mais amplas do assunto trabalhado. Embora acreditemos que exercícios são importantes, mas precisam ser aplicados em momentos oportunos. Prates Júnior e Simões Neto (2015) esclarecem que exercícios e problemas são ferramentas bastante diferentes, e que cabe ao professor saber fazer o uso correto e adequado de cada uma delas. Batinga e Teixeira (2009) definem exercício como sendo uma:

Situação em que o aluno dispõe de respostas, utilizando de mecanismos automatizados que levam a solução de forma imediata, priorizando a memorização de regras, fórmulas, equação e algoritmos. O exercício é normalmente utilizado para operacionalizar um conceito, treinar um algoritmo e o uso de técnicas, regras, equações ou leis químicas, e para exemplificar (BATINGA e TEIXEIRA, 2009, p.04).

Os exercícios, como colocam as autoras, são caracterizados por possuírem enunciados com situações bastante similares aos que são resolvidos pelo professor em sala, para proporcionar uma melhor fixação dos conteúdos trabalhados, mas que algumas vezes acabam se transformando numa reprodução quase que mecânica, na qual se conhece de forma antecipada o caminho para chegar a resolução, e não vem acompanhado de uma reflexão.

Já os problemas possuem uma característica mais ampla, pois permitem diferentes caminhos na abordagem da resolução, exigindo do indivíduo um maior envolvimento, desenvolvimento argumentativo e uma busca maior por

estratégias que auxiliem na resolução do problema proposto. Ainda conforme Batinga e Teixeira (2014), um problema é uma:

Situação que um sujeito ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que leve à solução. [...] Um problema é uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a busca de estratégias ou de conhecimentos, ou de técnicas, ou ambos, para encontrar sua solução (BATINGA; TEIXEIRA, 2014, p.25).

Ou seja, o problema, vai proporcionar o desenvolvimento do aluno sob questões que foram trabalhadas em sala de aula, mas que se colocam num patamar mais amplo, exigindo dos discentes uma busca por outros conhecimentos e permitindo a realização de conexões com outros saberes.

Em linhas gerais, para Echeverría e Pozo (1998, p. 16), “um problema se diferencia de um exercício na medida em que, neste último, dispomos e utilizamos mecanismos que nos levam, de forma imediata, à solução”. É importante mencionarmos que apesar da distinção nítida que existe entre exercícios e problemas, Peduzzi (1997) coloca que não devem ser tachados de forma absoluta, pois considera essa distinção muito tênue, uma vez que, dependendo da situação e da forma como exercícios e problemas estão dispostos, podem se constituir em problema para um indivíduo e para o outro um simples exercício.

Diante do exposto, Lopes (1994, p. 48 apud FREIRE e SILVA, 2013) propõe algumas mudanças possíveis de se realizar em exercícios de manuais escolares a fim de transformá-los em problemas, conforme o quadro 07:

**Quadro 07:** Estratégias para a transformação de enunciados de exercícios em problemas

<b>Estratégias para a transformação de enunciados de exercícios em problemas</b>	<b>Objetivos</b>
Aumentar o número de dados que são necessários para responder à(s) questão(ões) formulada(s).	Fornecer subsídio necessário para a resolução da questão, pois apesar do problema precisar conter um certo grau de dificuldade, ele precisa ser solucionável.
Diminuir ou anular o número de dados explícitos que são necessários para	Fazer com que o problema contenha apenas os dados necessários à resolução, mas sem informações demasiadas a ponto de tornar o

responder à(s) questão(ões) formulada(s).	problema simples ou fácil demais de ser resolvido.
Retirar algumas ou todas as orientações para a resolução.	Instigar a necessidade de ir à procura de outras fontes na busca de informações que auxiliem no direcionamento da resolução do problema, e nesta busca, outros conhecimentos vão sendo construídos.
Acrescentar informação à situação física apresentada no enunciado, no sentido de torná-la mais complexa.	Provocar o conflito cognitivo de modo que o indivíduo seja capaz de analisar a situação com cautela e cuidado não fornecendo respostas rápidas e objetivas.

Fonte: Lopes (1994, p. 48 apud FREIRE e SILVA, 2013, adaptado).

Tudo vai depender dos objetivos pretendidos pelo professor com relação ao ensino e aprendizagem dos conceitos trabalhados por ele. Essa proposição é interessante, pois permite ao professor trabalhar de forma autônoma, ajustando as atividades que ele deseja propor aos seus alunos, de acordo com os seus objetivos. É importante frisarmos também que o problema não tem a intenção de dificultar a vida do aluno, mas de desafiá-lo a procurar o conhecimento.

É comum observarmos um gama de artigos que trabalham a estratégia de Resolução de Problemas, utilizarem os termos Problemas ou Situações-Problema, como sinônimos ou apresentando diferenças. Nesta pesquisa optamos pela terminologia Situações-Problema, na perspectiva de Meirieu (1998), que a define como:

Situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. Esta aprendizagem que constitui o verdadeiro objetivo da Situação-Problema se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa. (MEIRIEU, 1998, p. 192)

De acordo com o autor, a aprendizagem só acontecerá se houver a superação do obstáculo, que está associado a um conhecimento que o aluno ainda não possui, ou que talvez ainda não saiba como aplicá-lo. Logo, a Situação-Problema não pode ser uma atividade simples a ponto que o aluno consiga solucionar sem esforço, mas que exigirá dele reflexão, um bom argumento, pesquisa, discussão em grupo, levantamento de hipóteses, troca

de ideias, aprofundamento do conteúdo em questão para poder chegar a resolução.

### **2.2.1 Orientações para Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma Situação-Problema no Ensino de Química**

A elaboração de uma Situação-Problema se configura como um desafio para o professor, pois ele precisa refletir sobre uma série de questões que perpassam os objetivos de aprendizagem. A construção de uma Situação-Problema exige do professor um aprofundamento das leituras sobre a estratégia em questão para que ele possa aplicá-la de forma adequada em sala de aula. Meirieu (1998) propõe alguns direcionamentos que ajudam no processo de elaboração:

1. Qual o meu objetivo? O que quero fazer com que o aluno adquira e que para ele representa um patamar de progresso importante? 2. Que tarefa posso propor que requeira, para ser realizada o acesso a este objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução etc.)? 3. Que dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização de tarefa, o acesso ao objetivo? Que materiais, documentos, instrumentos devo reunir? Que instruções-alvo devo dar para que os alunos tratem os materiais para cumprir a tarefa? Que exigências devem ser introduzidas para impedir que os sujeitos evitem a aprendizagem? 4. Que atividades posso propor que permitam negociar o dispositivo segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento? (MEIRIEU, 1998, p. 181).

Todos esses questionamentos promovem uma reflexão acerca da complexidade envolvida na elaboração de uma Situação-Problema, e nos chama a atenção para a importância do planejamento de aula do professor para que esta estratégia funcione no sentido de fazer com que os estudantes alcancem patamares cada vez maiores do conhecimento.

Sobre a importância do planejamento de aula por parte do professor, Fusari (2008) comenta que faz parte da competência teórica do docente e do compromisso assumido por ele para democratização do ensino, uma vez que não podemos esquecer que a concepção e o senso de responsabilidade que o professor assume nesse papel de ensinar perpassa um viés político.

Essencialmente, educar/ensinar é um ato político. Entendamos bem essa proposição: a essência política do ato pedagógico orienta a

práxis do educador quanto aos objetivos a serem atingidos, aos conteúdos a serem transmitidos e aos procedimentos a serem utilizados, quando do trabalho junto a um determinado grupo de alunos. (SILVA, EZEQUIEL, 1991, apud HYPOLITTO, 2008, p. 6)

O que queremos dizer é que o professor que se dispõe a trabalhar com esta estratégia precisa assumir o compromisso de se engajar no processo de elaboração e aplicação, pois o seu trabalho já começa na elaboração da Situação-Problema e continua na busca dos recursos que estarão associados ao seu trabalho.

Dando continuidade a apresentação dos elementos centrais de uma Situação-Problema, Meirieu (1998, p. 173) apresenta seis características principais, organizadas no quadro 08.

**Quadro 08:** Características de uma Situação-Problema

<b>Características de uma Situação-Problema</b>	<b>Explicação</b>
Propõe-se aos sujeitos a realização de uma tarefa.	A tarefa deve considerar os conhecimentos prévios dos alunos de modo a levá-los a interagir com o problema proposto, fazendo com que eles se engajem ao longo de todo o processo.
A tarefa só pode ser executada se o obstáculo for transposto.	O aluno só conseguirá resolver o problema, se a aprendizagem ocorrer.
A transposição do obstáculo deve representar um patamar no desenvolvimento cognitivo do sujeito.	O aluno deve ser capaz de perceber ao final do processo, o ganho intelectual que ele adquiriu ao solucionar o problema.
O obstáculo deve constituir o verdadeiro objetivo de aquisição do educador.	O professor deve estar atento ao obstáculo colocado para o aluno, pois este representa um conhecimento que o aluno ainda não adquiriu, ou que talvez já tenha adquirido, mas que ainda não foi capaz de realizar conexões. Este momento é essencial, pois ajudará no direcionamento da melhor estratégia didática a ser utilizada pelo professor, caso os resultados não sejam satisfatórios.
A tarefa deve apresentar um sistema de restrições a fim de que os sujeitos não executem o projeto sem enfrentar os obstáculos	O sistema de restrição, vem para evitar que os alunos utilizem respostas genéricas ou simples demais como, sim ou não, sem trazer uma reflexão ou aspectos argumentativos necessários para que o professor analise de forma mais minuciosa a aprendizagem de determinados conceitos.
Deve ser fornecido aos sujeitos um sistema de recursos (materiais e instruções) para que eles possam vencer o obstáculo	Serve de apoio e suporte para a realização do problema, uma vez que é um dos objetivos dessa estratégia fazer com que o aluno se torne um agente ativo da aprendizagem, logo ele precisa buscar outras fontes que auxiliem na resolução do problema.

Fonte: Meirieu (1998, p. 173, adaptado).

Leite e Afonso (2001) explicam que as Situações-Problema podem ser utilizadas para diferentes finalidades e incluem a avaliação e o aprofundamento das aprendizagens, quando utilizados após ou durante os processos de ensino e aprendizagem respectivamente. Com relação à avaliação de uma Situação-Problema, é importante considerar não somente o fim do processo, ou seja, só a resolução do problema em si, mas considerar o processo como um todo.

Meirieu (1998) sugere três formas de avaliação para as Situações-Problema, a saber: **Avaliação diagnóstica**, que se trata de uma avaliação prévia na qual se realiza uma breve sondagem acerca das concepções dos estudantes sobre uma determinada temática, a fim de garantir o bom andamento das atividades posteriores; **avaliação formativa**, que possibilita ao professor um olhar mais aproximado para o trabalho do aluno e de como ele desenvolve as suas atividades, para assim poder inferir na sua formação de modo mais analítico e cuidadoso; e, por último, a **avaliação somativa**, que busca verificar os ganhos e perdas de todo o processo, fornecendo uma visão mais geral e global do desempenho do aluno durante toda a aplicação da Situação-Problema.

Mediante o exposto, defendemos que deveria haver, nos planejamentos escolares, uma abertura maior para atividades como a resolução de Situações-Problema, uma vez que estas são uma forma de desenvolver nos estudantes uma maior aproximação dos conhecimentos do cotidiano dos alunos aos conhecimentos científicos, corroborando no desenvolvimento do pensamento crítico, argumentação, reflexão e elaboração de estratégias para resolução, características fundamentais desta abordagem proposta.

### **2.2.2 Aproximações entre a SP e a TAD**

Para Meirieu (1998), uma Situação-Problema se constitui como uma atividade didática na qual se busca promover a aprendizagem a partir do cumprimento de uma tarefa. A tarefa, na TAD, é um elemento importante, como já vimos anteriormente, pois é a voz de comando que determina/indica o que deve ser feito, e a partir daí se constrói toda uma organização, denominada de Organização Praxeológica. É neste viés que entendemos que a Situação-

Problema, que vai se fundamentar a partir de um obstáculo que precisa ser superado e em que a aprendizagem se constrói, está relacionada a uma tarefa associada a essa prática, que mobilizará uma série de técnicas para que sua resolução seja feita, e haverá tecnologias para justificar as técnicas utilizadas e teorias associadas à problemática construída.

### 2.3 O Conteúdo de Cinética Química

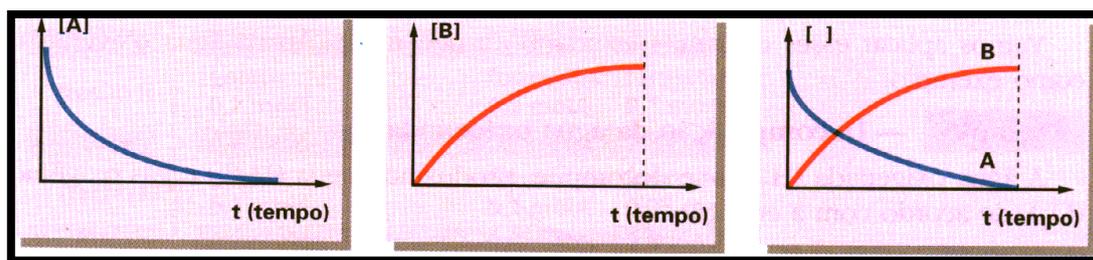
A Cinética Química é o ramo da Físico-Química que estuda a velocidade das reações químicas e os fatores que a afetam. O estudo dessa área, segundo Atkins e Jones (2012), possibilita a compreensão dos fenômenos químicos que envolvem o estudo das velocidades das reações em níveis microscópicos, também denominado de nível atômico/molecular, que permite a compreensão da natureza e dos mecanismos associados às reações químicas, e em nível macroscópico, a partir do momento em que é possível a modelagem e compreensão de sistemas complexos, como os que acontecem no corpo humano e na atmosfera.

Inúmeras reações químicas acontecem em nosso dia a dia e podem ocorrer em diferentes velocidades. Algumas são extremamente rápidas, como as explosões de dinamites e os processos de combustão, enquanto outras são demasiadamente lentas, como é o caso da acumulação dos produtos da corrosão da proa do Titanic, no leito frio do Oceano Atlântico, a formação do petróleo e a erosão de pedras (ATKINS; JONES, 2012).

Brown et al. (2005) apresentam a velocidade de uma reação química como sendo a taxa de reação, que pode ser calculada pela variação na concentração dos reagentes ou produtos por unidades de tempo. A unidade desta relação é obtida, geralmente, em (mol/L)/s, concentração em quantidade de matéria por segundo.

Em uma reação hipotética, em que:  $A \rightleftharpoons B$ , em que A representa o reagente, e B o Produto, consideramos que os reagentes são consumidos no processo e os produtos são formados, conforme apresentado de forma simplificada na figura 10:

**Figura 10:** Variações nas concentrações de reagentes e produtos em função do tempo.



**Fonte:** <http://www.marco.eng.br/cinetica/trabalhodealunos/CineticaBasica/velocidade.html>.

Acesso em 03/06/2019.

Se considerarmos a taxa de variação de B, estamos considerando o aparecimento de B durante um intervalo de tempo específico, levando em consideração uma dada concentração, que podemos calcular a partir da equação (1):

$$Vm_B = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \quad (1)$$

Em que  $Vm$  representa a velocidade média da reação em relação ao produto B. É importante frisarmos que os colchetes representam a concentração em quantidade de matéria de B, ou seja, na unidade de em mol/L.

Considerando agora a taxa de variação de A, em relação a um determinado instante de tempo, estamos considerando a diminuição da concentração de B, uma vez que ele é consumido na reação química, desta forma, teríamos, pela equação 2:

$$Vm_A = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad (2)$$

Neste caso, temos a velocidade média da reação em relação ao reagente A. No entanto, como consideramos que a cada molécula de A que se consome na reação se formam moléculas de B, podemos afirmar que a velocidade média associada ao desaparecimento de A se torna igual à velocidade média do aumento da concentração de B.

Segundo Van Driel (2002), a introdução de ideias sobre a cinética das reações químicas, conforme as que apresentamos inicialmente nesta seção, incluem muitos desafios às concepções iniciais dos estudantes, uma vez que, além da matemática envolvida no processo, existem noções imprescindíveis, que o aluno precisa se apropriar a fim de que ele se inteire do conteúdo em questão.

Essa compreensão fornece ao aluno a informação de que existe um tempo associado a ocorrência das reações químicas, as quais sofrem influências de diversos fatores, como: temperatura, concentração, superfície de contato, efeito de catalisadores e do estado de agregação.

Com relação ao **estado físico**, partindo da compreensão de que os reagentes devem entrar em contato para que reajam, considerando substâncias em estados físicos diferentes, Brown et al. (2005) explicam que as reações que envolvem sólidos tendem a prosseguir mais rapidamente se a área superficial do sólido for aumentada. Ou seja, quanto maior a **superfície de contato**, maior será a velocidade da reação, pois favorece a colisão entre as partículas envolvidas na reação.

Um exemplo prático de como a superfície de contato influencia na velocidade da reação é o prazo de validade inferior da carne moída quando comparado com uma peça de carne inteira. Outro exemplo prático é um medicamento que pode ser ingerido em líquido ou comprimido, tendo a primeira versão um efeito mais rápido, devido à superfície de contato.

A **concentração** dos reagentes é um outro fator que também influencia na velocidade das reações. Imaginemos um recipiente com X moléculas reagentes e outro recipiente com 2X, ou seja, o dobro de moléculas. O que possui maior quantidade de moléculas reagentes terá uma maior frequência de colisão, o que favorece uma maior velocidade da reação.

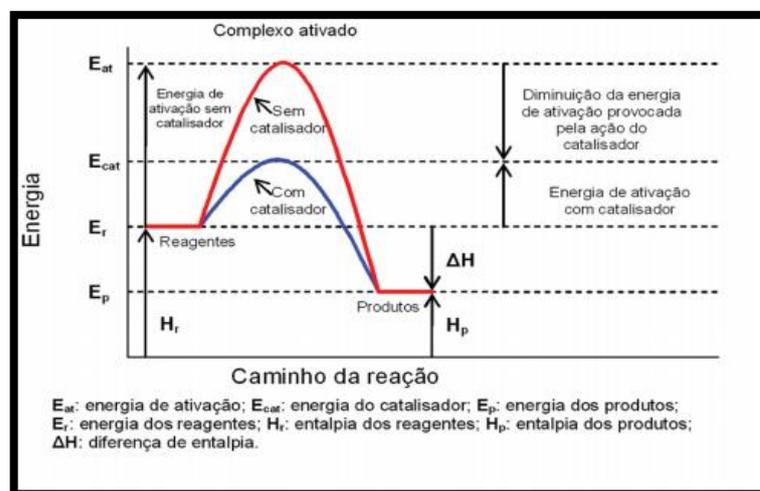
A aplicação do efeito da concentração no nosso cotidiano é bem simples: ao abanar as brasas de carvão em uma churrasqueira, observamos que a chama fica mais intensa, pois neste momento estamos aumentando a

concentração de algo extremamente necessário para a combustão, que é o gás oxigênio.

Quando pensamos na **temperatura**, lembramos que ela é um fator que possibilita as mudanças de estado físico, ou seja, no caso da água, lembramos que o gelo precisa absorver calor para se transformar em água e, por vez, a água também precisa de calor para ir ao estado de vapor, o estado de maior grau de agitação cinética das partículas, pois estas se movimentam de forma mais desordenada e caótica. Assim, quanto maior a temperatura, maior o grau de agitação dessas partículas.

Já os **catalisadores** são agentes que aceleram a velocidade das reações, no entanto, não são consumidos por ela. A principal forma de atuação dos catalisadores é explicada por Almeida et al. (2008, p. 42) quando mencionam que agem diminuindo a energia de ativação, grandeza definida como a energia mínima necessária para que uma reação ocorra, ou seja, que os reagentes se transformem em produtos. A Figura 11 explica o efeito dos catalisadores.

**Figura 11:** Efeito do uso de catalisadores na velocidade da reação química.



Fonte: Almeida et al. (2008).

Os catalisadores possuem uma vasta aplicação no cenário industrial químico, farmacêutico, fabricação de plásticos, indústrias de alimentos, entre outros. No processo de síntese de medicamentos, por exemplo, o uso de um catalisador eficiente faz total diferença na obtenção de rotas melhores, que

consequentemente colaboram na síntese de novos compostos com maior eficiência, melhor rendimento e com uma menor quantidade de efluentes nocivos, em alguns casos menor tempo e custo de produção.

Diante do exposto, é notória a importância desse conteúdo na educação básica, pois ele é responsável por ampliar a visão do aluno para uma ciência que se aplica de múltiplas formas no seu cotidiano. No entanto, é importante que nas aulas de cinética química o professor explore outros recursos que não sejam meramente expositivos, mas que possibilitem uma visualização num âmbito macroscópico, quando possível, a fim de promover uma compreensão mais visual e fenomenológica da Cinética Química.

Reconhecemos que não é uma tarefa fácil para o professor, no entanto, a busca por um ensino mais contextualizado e efetivo ainda é um desafio, pois o conteúdo de cinética além de exigir dos alunos habilidades matemáticas, também exige o raciocínio e habilidades qualitativas, no que diz respeito a própria compreensão dos fenômenos e fatores que influenciam na velocidade das reações. A inserção de tecnologias educacionais é apenas uma das múltiplas possibilidades de recursos que podem tornar a aula mais atrativa e dinâmica, uma vez que temos tantos recursos que se consolidam em ferramentas e instrumentos à disposição do professor, como experimentação, jogos educativos, júris simulados, simulações computacionais e a própria Situação-Problema trabalhada no contexto desta pesquisa.

### **3 DA ORGANIZAÇÃO MATEMÁTICA À ORGANIZAÇÃO QUÍMICA**

---

Nesta seção buscamos apresentar uma visão filosófica da natureza do conhecimento matemático e químico, a partir das tradições racionalistas e empiristas que norteiam os fundamentos dessas duas ciências, a fim de observar as influências destas vertentes filosóficas no ensino, e conseqüentemente, na organização dessas áreas do conhecimento na perspectiva da TAD.

Temos também a intenção de transpor a TAD para a nossa pesquisa, que investiga a prática docente de um professor de química, atuante no Ensino Médio, enquanto pratica atividades didáticas sobre o conteúdo referente à cinética química. Podemos dizer que as atividades realizadas durante a pesquisa, e os saberes que delas emergiram, ocorreram por meio de uma organização química (OQ) que associada a uma organização didática (OD) formam uma organização Praxeológica (OP) própria do ensino da química.

Por fim, apresentamos uma análise da Organização Química e Didática de quatro livros didáticos do Ensino Médio aprovados pelo PNLD de 2015, com o intuito de delinear a Organização Praxeológica a partir dos elementos da Teoria Antropológica do Didático. Nesse sentido, estabelecemos essa análise como um olhar a priori para as nossas investigações do planejamento do professor e da sua prática intramuros da sala de aula, que serão apresentados nos resultados e discussões desta dissertação.

Destacamos que esse capítulo, embora fundamentalmente teórico, já constitui parte dos resultados dessa dissertação.

#### **3.1 A Natureza do Conhecimento Matemático e Químico sob a perspectiva das correntes filosóficas e suas influências no ensino**

Ao analisarmos a construção do conhecimento matemático numa perspectiva filosófica, desde Platão até o presente, observaremos que a vertente racionalista dos séculos XVII e XVIII, de forma quase que generalista, é a que tem uma grande influência no Ensino da Matemática até os dias atuais.

O racionalismo é um posicionamento epistemológico que acredita que a razão, que vem do grego *ratio*, é a fonte principal de todo conhecimento humano. Encontramos em Platão uma primeira ideia do que vem a ser o racionalismo (HESSEN, 1980). Nela, a razão assume um papel relevante, no sentido de orientar e direcionar como as coisas devem ser, ou seja, como se dela emanasse o verdadeiro conhecimento. Conforme Hessen (1980), os juízos formulados pela razão se fundamentam não em qualquer experiência, mas no pensamento.

O conhecimento matemático, por ter um caráter extremamente conceitual e dedutivo, serviu de modelo para a interpretação racionalista do conhecimento, uma vez que os objetos matemáticos eram repletos de perfeição e verdade (OKI, 2006). Para Descartes a Matemática era concebida como uma verdade independentemente de qualquer verificação empírica, era vista como o conhecimento mais certo e infalível de todos. Assim, a Matemática seria então, para Descartes, fundamentada em princípios racionais e lógicos, opinião que foi posteriormente compartilhada pelo matemático alemão Leibniz (MENEGETTI, 2006, p. 59).

Posteriormente, entre os séculos XIX e início do século XX, a partir de novas investigações a respeito da natureza matemática, começam a surgir novos questionamentos, conforme apontam Barbosa e Meneghetti (2010), principalmente com relação ao sistema dos números reais e na teoria dos conjuntos.

Estes questionamentos contribuíram para o surgimento de três escolas principais, segundo Costa (2008), denominadas de: Logicismo, Intuicionismo ou Construtivismo e Formalismo, numa tentativa de restabelecer a credibilidade dos fundamentos da Matemática, na qual cada uma delas busca defender e apresentar uma nova compreensão de como a Matemática deveria ser estruturada, a fim de minimizar as disputas que se deram ao longo dos séculos na busca da consolidação Matemática.

Conforme revelam Boyer (2010) e Eves (2004), inúmeras ideias foram colocadas e refutadas com a mesma intensidade neste período, o que provocou certa instabilidade ao que se tinha da inatingível Matemática, na visão da comunidade filosófica da época.

Em relação à primeira escola, denominada Logicismo, podemos afirmar em linhas gerais que ela buscava a redução de toda a matemática à lógica. Conforme Bastos e Bastos Filho (2003), a segunda carta de Gottfried Wilhelm Leibniz, considerado o maior precursor da escola logicista, pode ser considerada como um marco do programa quando afirma que:

O grande fundamento dos matemáticos é o princípio da contradição ou da identidade, isto é, que um enunciado não poderia ser verdadeiro e falso ao mesmo tempo, e que assim  $A$  é  $A$  e não poderia ser não- $A$ . E esse único princípio basta para demonstrar toda aritmética e toda a geometria, ou seja, todos os princípios matemáticos. (LEIBNIZ, 1988 apud BASTOS e BASTOS FILHO, 2003).

Para o Logicismo, essa proposição do cálculo lógico de Leibniz pode se apresentar como um instrumento indispensável para a estruturação e formalização do pensamento dedutivo.

Já a corrente do intuicionismo, também chamada de construtivismo, se opõe à perspectiva platônica e inspira-se na filosofia do conhecimento de Kant. Segundo Costa (2008), essa corrente acreditava que:

Os objetos do mundo sensível situam-se no contexto espaço-temporal. Para Kant, é impossível conhecê-los sensorialmente, sem uma concepção inicial, a priori, do espaço e do tempo que se daria através da sensibilidade, para Kant, fruto de uma faculdade de intuição (COSTA, 2008, p. 35).

Ou seja, a intuição, assumiria o papel de trazer a verdade das proposições matemáticas, e não estaria restrita apenas à observação do que é apresentado por meio dos sentidos no mundo externo, mas sim a uma razão introspectiva.

Por fim, a última escola, denominada de Formalismo, teve em David Hilbert sua maior representação que, conforme explicam Loureiro e Klüber (2015), adotou as ideias de Kant e, a partir daí, demarcou terreno sobre o qual estabeleceria o pensamento fundamental dessa escola.

Mondini (2008) menciona que o principal objetivo do formalismo era provar que não havia qualquer contradição nas ideias matemáticas e, assim, os formalistas tinham como objetivo reescrever a Matemática a partir de demonstrações rigorosas e provas que não pudessem ser refutadas.

Apesar das muitas tentativas das escolas mencionadas, que trabalharam no sentido de apresentar a Matemática como uma ciência infalível, e que esta não estaria aberta a ser colocada à prova, pois era a verdade absoluta, observamos historicamente, conforme aponta Meneghetti (2009), que essas correntes falharam em seus propósitos, e a natureza do saber matemático passou a ser novamente questionada.

Destacamos que o conhecimento dessas vertentes, e a nossa opção por discuti-las, é importante, pois nos ajuda a compreender o processo de constituição e formalização da Matemática como ciência. A partir delas, compreendemos as implicações que esses pensamentos trouxeram para a área de ensino e para sua organização.

Olhando agora para as Ciências da Natureza, observamos que estas possuem uma tradição fundamentalmente empirista. O termo empirismo, segundo Oki (2006), vem do grego *empeiria* e significa experiência. Um dos principais defensores do empirismo foi Francis Bacon (1561-1626).

Essa vertente preconiza uma ciência sustentada pela observação e pela experimentação, logo, a fonte do conhecimento está fora do homem e, sendo assim, ele precisa buscá-lo ou descobri-lo, partindo das pequenas evidências até a compreensão do todo. Esse caminho foi denominado de método indutivo.

Pereira e Lima (2017, p.71) explicam que para Bacon:

O conhecimento do mundo natural, de seus limites e desdobramentos passava a ser, o ponto referencial não somente para o processo educativo, mas também para o desenvolvimento científico, resultando em resultados práticos e de compreensão tangível à produção do conhecimento humano (PEREIRA e LIMA, 2017, p.71)

Ou seja, a busca pela compreensão dos fenômenos naturais ganha notoriedade e relevância, e, nesse sentido, tanto o ensino quanto a pesquisa

sofrem influência dessa vertente filosófica, pois os resultados seriam tangíveis, ou seja, possíveis de serem mensurados e discutidos.

Uma das evidências para esta afirmação é o método científico, desenvolvido por Bacon, que se constitui a partir dos seguintes passos:

(1) O cientista faz observações e experimentos que lhe fornecem informações controladas e precisas; (2) essas informações são registradas sistematicamente, e eventualmente divulgadas; (3) outros cientistas, trabalhando na mesma área, acumulam mais dados; (4) com o acúmulo de dados é possível uma certa ordenação dessas informações, permitindo que o cientista formule hipóteses gerais por meio de enunciados ajustados aos fatos conhecidos; (5) passa-se a seguir à fase de confirmação ou verificação dessas hipóteses, procurando-se novos experimentos que evidenciem suas afirmações; (6) se essa busca de confirmação é bem sucedida, o cientista chega a uma lei científica que passa a ser aplicada em casos semelhantes, buscando-se, dessa forma, ampliar seu campo de aplicação; (7) com esse alargamento de aplicação do conhecimento assim obtido, novas leis ligadas a fenômenos semelhantes vão permitir que se construa toda uma teoria (MAGEE, apud DETSCH, 1997, p. 33).

A partir desse método há uma busca por “verdades científicas” que serão obtidas, principalmente, pela observação, mas decorrentes de um controle e diretrizes que vão nortear o olhar do observador para o fenômeno. É importante salientar que a observação é feita sem a interferência do observador sobre o fenômeno em questão.

O método experimental indutivo começa a ser um marco dessa vertente filosófica, pois mostra uma tentativa de sistematizar de maneira lógica os procedimentos científicos, como forma de se obter um controle do fenômeno, a fim de estudá-lo com um maior rigor.

A partir do indutivismo acredita-se que a observação dos fenômenos se dá de forma desinteressada, ou seja, que o olhar do observador para o fenômeno precisa estar despido de impressões e concepções pessoais. Hoje já existem várias discussões sobre esse olhar livre de qualquer conceito ou inferência, pois a própria diversidade do ser de cada indivíduo, já modifica o fenômeno observado de alguma forma, dada as suas vivências e expectativas:

Aquilo que os seres humanos percebem ao observar o mundo é, portanto, produto de uma operação muito complexa, na qual estão envolvidos o sujeito-observador, o objeto observado, os esquemas interpretativos utilizados pelo observador e o contexto em que tal observação se dá e adquire ou encontra sentido. Isso sem falar que, nas ciências sociais (no interior das quais a comunicação se inclui), os objetos observados não são jamais uma coisa inerte, sem vontade própria. Eles podem interagir com o observador e, inclusive, reagir às suas interpretações, pois são sujeitos dotados de capacidade autor-reflexiva e fornecem, ele mesmos, interpretações acerca de suas situações. (BARROS e JUNQUEIRA, 2011 p. 34, apud LEMOS, 2017).

Logo, esse olhar completamente neutro seria uma utopia, mas não desejamos entrar nessa discussão, apenas verificar como essa natureza empírica norteia as aulas de ciências até os dias de hoje. Outro ponto importante, segundo Oki (2006), é que a partir das regularidades da evidência desses fenômenos torna-se possível a elaboração, a posteriori, de leis e teorias.

Chamamos a atenção para o fato de que apesar de hoje essa ideia do método científico estar mais esclarecida na comunidade científica, no sentido de que o método científico não deve ser visto e encarado como uma “receita de bolo”, em que se segue um passo a passo de forma metódica e rígida, Köhnlein e Peduzzi (2002) apontam que ainda é muito comum encontrarmos nos livros didáticos de Ciências e na própria concepção de ciência de alguns professores que atuam na área, essa concepção empirista-indutivista.

Sobrinho (2009) vai discutir a partir de Canavarro (1999, apud ROSA, 2005), que a inserção do ensino de ciências na escola vai acontecer no início do século XIX, e nesse período o foco era o estudo das línguas clássicas e da Matemática.

Ainda naquela época começaram a surgir divergência de opiniões quanto aos objetivos do ensino das ciências. Layton (1973, apud ROSA, 2005) aponta que uns defendiam uma ciência que viesse para ajudar nas questões do cotidiano e outros davam enfoque para uma ciência mais acadêmica, que preparasse futuros cientistas. O segundo enfoque parece ter prevalecido e, até os dias atuais, é possível sentir ainda os reflexos dessa concepção no ensino

de ciências, contribuindo para uma visão ainda muito formal que se baseia em definições, deduções, equações e em experimentos cujos resultados são previamente conhecidos.

A Base Nacional Comum Curricular, BNCC (BRASIL, 2018) é um documento oficial recente, elaborado com o intuito de suprir as demandas educacionais dos estudantes da sociedade contemporânea, que têm se deparado com problemáticas sociais oriundas de toda uma inserção tecnológica e científica, e que tem exigido, cada vez mais, uma formação que ultrapasse as limitações de um ensino pragmático, descontextualizado e fragmentado. A BNCC define algumas competências e habilidades para a área de Ciências da Natureza, conforme recorte a seguir:

[...] a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 547).

Pelo exposto, é possível observar que a BNCC apresenta como tentativa um ensino de Ciências mais contextualizado, interdisciplinar e próximo da realidade dos estudantes. No entanto, muitas críticas também existem, colocando à prova suas verdadeiras intenções, conforme postulam Branco et al. (2018):

Com a participação de diversos setores que não pertencem ao campo educacional, fica evidente que a implantação da BNCC e da Reforma do Ensino Médio não têm como função precípua a resolução de problemas da Educação, a melhoria da qualidade do ensino, o bem-estar comum e as questões sociais, mas revela-se fortemente relacionada aos interesses políticos e às demandas econômicas (BRANCO et al., 2018, p. 49)

Acreditamos que esse viés traduz, de fato, uma realidade, uma vez que, no nosso entendimento, parece não haver uma adequada estratégia para melhorar a situação da educação, quando se faz necessário o investimento e valorização do professor, melhorias na infraestrutura das escolas públicas, fornecendo condições para um trabalho decente. Todavia, não temos a intenção de discutir essas questões neste trabalho de dissertação.

O que consideramos é que, bem intencionados ou não, o discurso dos documentos oficiais apontam para uma busca efetiva de minimizar o fracasso escolar, a evasão de alunos da escola, numa tentativa de estabelecer adequadas relações entre os conteúdos, tornando-os mais atrativos, de certa forma, pois a contextualização e a minimização da fragmentação dos conteúdos, possibilita ao aluno uma visão mais ampla e, desta forma, espera-se que ele consiga fazer relações com o seu cotidiano, sendo capaz de utilizar o conhecimento científico nas suas vivências e decisões diárias.

Com relação ao ensino de Química, ainda é muito comum ouvirmos dos alunos e das próprias pesquisas em ensino, que a Química é uma ciência de difícil compreensão, e que na maioria das vezes seu ensino não é considerado atrativo, devido uma maior valorização no uso de fórmulas, equações, o artifício da memorização, em vez da interpretação e compreensão dos fenômenos, entre outros fatores (PAZ e PACHECO, 2010).

Dentre as muitas pesquisas em ensino de Química que investigam tais dificuldades, podemos citar ainda os trabalhos de Souza et al. (2010), que investigaram a aceitação da disciplina de química e os fatores que implicam nas dificuldades de aprendizagem enfrentadas por estudantes de uma escola estadual de Ensino Médio do Ceará e de Rocha e Vasconcelos (2016), que associam as dificuldades dos estudantes e sua falta de interesse às práticas pedagógicas tradicionais e descontextualizadas de professores, que acabam contribuindo para a desmotivação dos estudantes. Laranjeira et al. (2014) apontam que um dos principais problemas relacionados ao ensino da Química é o alto grau de abstração que o aluno precisa desenvolver para compreender modelos e teorias em nível microscópico, e fenômenos observados em escala macroscópica.

Ou seja, observamos que mesmo a química sendo uma ciência que está presente em praticamente tudo à nossa volta, as dificuldades concernentes ao seu ensino e aprendizagem são notórias.

De igual modo, a matemática também presente em praticamente tudo à nossa volta, apresenta dificuldade nas relações de ensino e de aprendizagem por parte dos alunos. Conforme Pacheco e Andreis (2018), essas dificuldades podem estar relacionadas as primeiras experiências, muitas vezes não satisfatórias, nas séries iniciais, a falta de incentivo da família com relação ao conteúdo, a forma de abordagem do professor e, até mesmo, a limitações cognitivas por parte do aluno, além da falta de dedicação e estudo que a matemática exige.

Por isso, tanto a Matemática quanto a Química têm buscado trabalhar com metodologias de ensino que possam relacionar o conhecimento científico ao cotidiano dos alunos, numa tentativa de minimizar essas dificuldades de ensino e de aprendizagem em sala de aula, algumas delas, inclusive já discutidas neste trabalho de dissertação, a partir da utilização de Situações-Problema.

Diante do exposto, ao entendermos que a matemática e a química se constituem, enquanto campos de conhecimento e em contexto de construção social, dada a relevância e historicidade que ambas carregam desde suas origens até os dias contemporâneos, é que buscamos elencar aspectos que aproximam e que distanciam essas grandes áreas, como forma de evidenciar uma organização que é específica de cada área, e que essas especificidades perpassam desde o planejamento do professor até sua execução em sala de aula.

O quadro 09 apresenta, a partir do nosso ponto de vista, as características em comum e os distanciamentos entre esses dois campos de saber:

**Quadro 09:** Aproximações e distanciamentos entre a Matemática e a Química.

	<b>Aproximações</b>	<b>Distanciamentos</b>
<b>Matemática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representações pictóricas;</li> <li>- Caráter conceitual e teórico;</li> <li>- Caráter abstrato;</li> <li>- Podem ser questionadas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Natureza Racionalista</li> <li>- Método Dedutivo</li> <li>- Princípios racionais e lógicos</li> <li>- Linguagem específica</li> <li>- Uso de algoritmos</li> </ul>
<b>Química</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- São construções humanas;</li> <li>- Relações com o cotidiano;</li> <li>- Aplicação em diferentes contextos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Natureza Empírica</li> <li>- Método Indutivo</li> <li>- Ciência sensorial</li> <li>- Criação de Leis e Teorias a partir da Observação</li> <li>- Linguagem específica</li> </ul>

Fonte: Própria.

Salientamos que o quadro 09 não esgota as características das áreas apresentadas, no entanto, ajudam a exemplificar e reforçar o que consideramos como aproximações e distanciamentos. Outro fator que consideramos relevante, é que os distanciamentos é que vão formalizar a identidade de cada área. Logo, mesmo a matemática e a química possuindo elementos que as aproximam em alguns pontos, a natureza dessas ciências é distinta. Com isso, defendemos que mesmo a TAD possibilitando a realização de uma investigação praxeológica para além da matemática, acreditamos que as diferentes organizações se estruturam em elementos que são inerentes à própria Ciência, ou seja, guardam consigo uma especificidade típica daquela área.

Isso nos remete, em certo sentido, à ideia de Níveis de Codeterminação, proposto por Chevallard (2002), que define como sendo a relação entre as Organizações Matemática e Didática. É importante salientar que o nível de codeterminação situa um determinado saber em escalas hierárquicas, em que o autor apresenta os níveis em que o saber (no caso de sua teorização, matemático) se institui. A figura 12 explicita o que estamos discutindo.

**Figura 12:** Escala dos níveis de codeterminação didática.



Fonte: Chacon (2008, apud BARBOSA, 2017)

Tal proposição reafirma a ideia que defendemos, de que cada Ciência ou campo de saber possui uma forma própria de organização desses saberes, desde sua natureza civilizatória, até o nível da questão apresentada para um dado aluno.

Sendo assim, acreditamos também que os elementos praxeológicos que regem a TAD funcionam a partir de perspectivas diferentes, em diferentes áreas, pois a construção ou reconstrução de uma Organização Matemática, OM (CHEVALLARD, 1999), e aqui, no nosso caso, a proposição de uma Organização Química (OQ), envolve toda uma conjuntura que perpassa sua natureza e os moldes pelos quais estes foram criados, fazendo com que o nosso olhar também seja diferente, pois essa construção se faz a partir da concepção de ciência que está intrínseca a essas áreas.

Desse modo, como os elementos da Organização Praxeológica são influenciados pela TAD na perspectiva Matemática, uma vez que o homem constrói trajetórias para conhecer e explicar os fenômenos, e isso reflete em diferentes estratégias e organizações, como a que aqui propomos a partir de uma organização química (OQ), é que pretendemos justificar os elementos da organização praxeológica, a saber: tarefa, técnica, tecnologia e teoria, com o intuito de apresentar o que estas representam na perspectiva de estudo tanto da matemática quanto da química.

A seguir apresentamos a distinção entre as características das tarefas matemática e química, no quadro 10.

**Quadro 10:** Com relação as tarefas (t).

<b>Matemática</b>	<b>Química</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigem um pensamento racional, lógico e algorítmico;</li> <li>- Exigem uma compreensão da natureza dos conceitos matemáticos, procedimentos e suas relações;</li> <li>- Exigem formalização e organização do problema por meio da matematização;</li> <li>- Exigem a compreensão da relação estabelecida entre a linguagem do problema e a linguagem simbólica e formal necessária à sua compreensão matemática;</li> <li>- Exigem a identificação de regularidades e padrões;</li> <li>- Exigem a mobilização de outros conhecimentos e da vivência de outros conceitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigem um pensamento de natureza empírica, simbólica e/ou representacional e microscópico;</li> <li>- Exigem uma compreensão da natureza dos conceitos químicos, procedimentos e suas relações;</li> <li>- Exigem apropriação de linguagem específica da química;</li> <li>- Exigem uma compreensão e inter-relação entre o conhecimento científico e o cotidiano;</li> <li>- Exigem a mobilização de outros conhecimentos e da vivência de outros conceitos;</li> <li>- Exigem interpretação e explicação/argumentação de um determinado fenômeno químico.</li> </ul>

Fonte: Própria.

Em seguida, a distinção entre as técnicas, quadro 11.

**Quadro 11:** Com relação as técnicas ( $\tau$ )

<b>Matemática</b>	<b>Química</b>
<p>O como fazer exige:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular operações fundamentais e complexas;</li> <li>- Medir e comparar grandezas;</li> <li>- Modelizar fenômenos sociais e naturais;</li> <li>- Construir e analisar gráficos e tabelas;</li> <li>- Decompor uma fração racional em elementos simples.</li> <li>- Ordenar números.</li> <li>- Generalizar padrões;</li> <li>- Demonstrar propriedades e teoremas.</li> </ul>	<p>O como fazer exige:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação sistemática dos fenômenos;</li> <li>- Relacionar fenômenos microscópico ao macroscópico;</li> <li>- Analisar gráficos e diagramas e interpretá-los;</li> <li>- Calcular problemas que exigem resultados quantitativos;</li> <li>- Explicar/argumentar/justificar;</li> <li>- Assinalar;</li> <li>- Equacionar reações químicas;</li> <li>- Descrever;</li> <li>- Investigar.</li> </ul>

Fonte: Própria.

E, por fim o bloco tecnológico-teórico que norteia essas áreas, no quadro 12.

**Quadro 12:** Com relação ao bloco tecnológico/teórico ( $\theta/\theta$ )

<b>Matemática</b>	<b>Química</b>
<p>“A BNCC orienta-se pelo pressuposto de que a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos. Desse modo, recursos didáticos como malhas quadriculadas, ábacos, jogos, livros, vídeos, calculadoras, planilhas eletrônicas e softwares de geometria dinâmica têm um papel essencial para a compreensão e utilização das noções matemáticas. Entretanto, esses materiais precisam estar integrados a situações que levem à reflexão e à sistematização, para que se inicie um processo de formalização” (p. 276).</p>	<p>“Os conhecimentos conceituais permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emerjam de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias” (p. 548).</p>

Fonte: Base Nacional Comum Curricular (2018).

Desta forma, acreditamos que essa distinção nos ajuda a visualizar com mais clareza alguns dos elementos que vêm caracterizar e diferenciar a Organização Matemática da Organização Química, ao mesmo tempo sendo uma forma de apontar que a mesma relação poderá ocorrer para as organizações Física e Biológica, entre outras.

### **3.2 Delineamento a priori da Praxeologia Química do Conteúdo de Cinética Química**

A partir da escolha dos quatro livros didáticos do PNLD 2015 e dos capítulos referentes ao conteúdo de Cinética Química, selecionamos dez questões de cada livro didático relacionado aos conceitos que envolvem: Velocidade das reações químicas (4 questões), Teoria das colisões (2 questões) e os Fatores que influenciam a velocidade da reação (4 questões). O quantitativo das questões selecionadas se deu em virtude da abrangência dada a esses tópicos nos materiais didáticos.

Para a escolha das questões realizamos uma leitura detalhada dos enunciados, buscando selecionar questões que apresentassem uma maior diversidade de propostas para resolução das tarefas, a fim de podermos analisar um número maior de questões não similares entre si.

Esse delineamento é para apresentar a Organização Química do conteúdo de Cinética Química a partir dos manuais de ensino por meio da ferramenta teórica e metodológica deste trabalho de dissertação, a TAD, a fim de termos uma visão mais ampla, de como esses manuais articulam o conteúdo de Cinética Química, e implicitamente estabelecem a forma de iniciar o conteúdo, de trabalhar as tarefas e as técnicas, como apresentam as tecnologias relacionadas às técnicas, e como a Organização Didática fundamenta e estrutura toda essa abordagem. Desta forma, poderemos estruturar melhor o nosso olhar para a prática e o planejamento do professor. Apresentaremos a seguir um resumo das tarefas, técnicas, tecnologias e teorias encontradas a partir da análise realizada nos livros didáticos (Conforme quadro 13) e, logo em seguida apresentaremos o delineamento completo destes manuais de ensino (Conforme quadro 14 a 17).

**Quadro 13:** Resumo da Organização Praxeológica dos Livros Didáticos do PNLD 2015.

Tipos de Tarefas (T)	Técnicas ( $\tau$ )	Tecnologia ( $\theta$ )	Teoria ( $\theta$ )
T <sub>1</sub> - EXPLICAR a diferença de velocidades em reações diferentes.	$\tau_1$ - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.	A justificativa da técnica se apoia na noção de que colisões com orientações favoráveis e que aconteçam com uma energia de ativação menor, tenderão a ser mais rápidas. Salientamos que essa justificativa está implícita na tarefa.	Velocidade das reações químicas
T <sub>2</sub> - CALCULAR a velocidade média da reação.	$\tau_2$ . Posicionar a concentração dos reagentes em quantidade de matéria que estão sendo consumidos no numerador da equação ou os produtos que estão sendo formados e dividir pelo tempo de cada processo.	A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da fórmula da velocidade média é possível determinar matematicamente a velocidade da reação, ou seja, o consumo dos reagentes ou a formação dos produtos dentro de um determinado intervalo de tempo.	Velocidade das reações químicas
	$\tau_3$ - Verificar o ponto de intersecção entre o tempo dado e o volume total de CO <sub>2</sub> (em litros). Em seguida, posicionar o valor da concentração do volume total de CO <sub>2</sub> no numerador da equação da velocidade média da reação e	A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da fórmula da velocidade média é possível determinar matematicamente a velocidade de formação do gás em um determinado instante de tempo.	

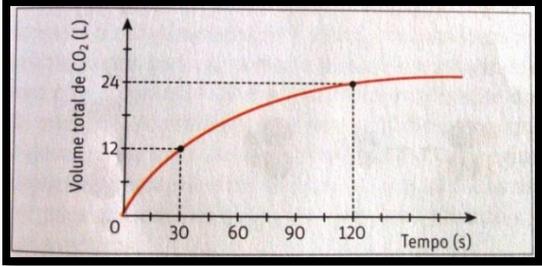
	dividir pelo tempo.		
<b>T<sub>3</sub></b> - CALCULAR a velocidade de reação de substâncias específicas.	$\tau_4$ - Relacionar a rapidez das substâncias envolvidas a seus respectivos coeficientes estequiométricos.	A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da equação química balanceada é possível relacionar as proporções estequiométricas à velocidade das reações.	Velocidade das reações químicas
<b>T<sub>4</sub></b> - EXPLICAR o que é choque efetivo.	$\tau_1$ - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.	A justificativa da técnica se apoia na noção de que colisões com orientações favoráveis e que aconteçam com uma energia mínima necessária, tenderão a ser mais rápidas ou lentas. Salientamos que essa justificativa está implícita na tarefa.	Velocidade das reações químicas e Teoria das Colisões
	$\tau_5$ - Identificar modelo que representa a reação com orientação favorável.	A justificativa da técnica se baseia na utilização do modelo de Dalton que representa simbolicamente a colisão de um choque efetivo ou não de uma reação química.	
	$\tau_8$ - Identificar critérios submicroscópicos essenciais a uma reação química.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior	

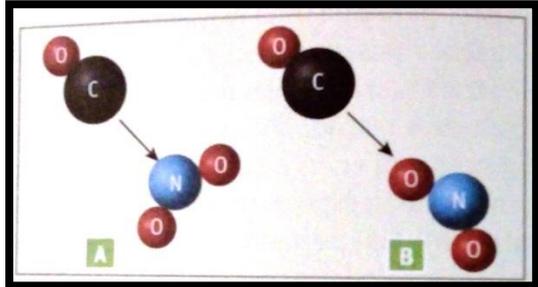
		probabilidade de colisões efetivas.	
<b>T<sub>5</sub></b> - EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	<b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da concentração favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.	Fatores que afetam a velocidade de uma reação química
<b>T<sub>6</sub></b> – ANALISAR o comportamento gráfico da energia versus o caminho da reação.	<b>τ<sub>7</sub></b> - Identificar tipo de reação química, se endotérmica ou exotérmica. Localizar posição dos reagentes e produtos no diagrama. Calcular a variação de entalpia a partir dos dados constantes dos reagentes e produtos. ( $\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$ ). Observar e identificar a energia de ativação a partir da diferença entre o complexo ativado e o reagente.	A justificativa da técnica se baseia na interpretação gráfica e preenchimento dos espaços vazios concernentes à classificação da reação química hipotética.	Teoria das Colisões
	<b>τ<sub>9</sub></b> – Verificar diferença entre as energias do reagente e do complexo ativado.	A justificativa da técnica se baseia no fato de que quanto maior a energia de ativação, maior a dificuldade em atingir o complexo	

		ativado logo, mais lenta será a reação.	
<b>T<sub>7</sub></b> – RECONHECER variáveis da velocidade média da reação	<b>τ<sub>8</sub></b> – Identificar critérios submicroscópicos essenciais a uma reação química.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.	Teoria das Colisões
<b>T<sub>8</sub></b> – ANALISAR o comportamento gráfico da concentração versos o tempo.	<b>τ<sub>10</sub></b> – Relacionar as espécies químicas à influência dos coeficientes estequiométricos nas curvas do gráfico.	A justificativa da técnica se apoia na compreensão de que a velocidade de consumo dos reagentes ou de formação dos produtos é proporcional aos seus respectivos coeficientes estequiométricos.	Velocidade das reações químicas

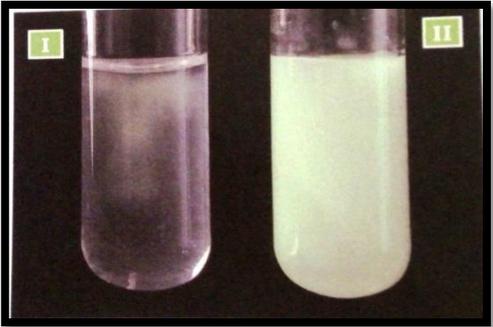
**Quadro 14:** Delineamento Praxeológico para o livro didático 1 (LD1)

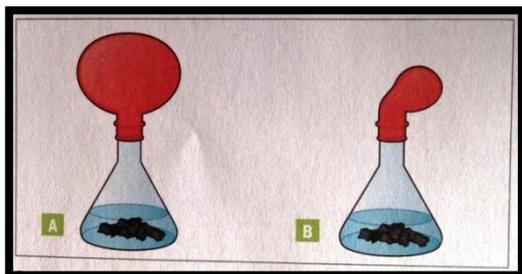
Enunciado das Questões	Tipo de Tarefa	Técnica	Elemento tecnológico-teórico	Conceito envolvido																				
<p>1) Por que determinadas reações ocorrem com grande rapidez, como as que envolvem hidrogênio e oxigênio líquidos no lançamento de naves espaciais, e outras de forma lenta, como no exemplo da formação da ferrugem?</p>	<p><math>T_1</math> – EXPLICAR a diferença de velocidades em reações diferentes</p>	<p><math>\tau_1</math> - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia na noção de que colisões com orientações favoráveis e que aconteçam com uma energia de ativação menor, tenderão a ser mais rápidas. Salientamos que essa justificativa está implícita na tarefa.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>																				
<p>2) A tabela a seguir foi construída de dados experimentais, coletados por um estudante, da reação de combustão de dióxido de enxofre.</p> <table border="1" data-bbox="297 1062 734 1343"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">Concentração em quantidade de matéria (mol)</th> </tr> <tr> <th>Tempo(s)</th> <th>SO<sub>2</sub></th> <th>O<sub>2</sub></th> <th>SO<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>6,0</td> <td>4,0</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4,8</td> <td>3,1</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>2,2</td> <td>1,8</td> <td>2,8</td> </tr> </tbody> </table>		Concentração em quantidade de matéria (mol)			Tempo(s)	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	0	6,0	4,0	0,0	2	4,8	3,1	1,0	6	2,2	1,8	2,8	<p><math>T_2</math> – CALCULAR a velocidade média da reação.</p>	<p><math>\tau_2</math> . Posicionar a concentração dos reagentes em quantidade de matéria que estão sendo consumidos no numerador da equação ou os produtos que estão</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da fórmula da velocidade média é possível determinar matematicamente a velocidade da reação, ou seja, o consumo</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>
	Concentração em quantidade de matéria (mol)																							
Tempo(s)	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>																					
0	6,0	4,0	0,0																					
2	4,8	3,1	1,0																					
6	2,2	1,8	2,8																					

<table border="1"> <tr> <td>12</td> <td>1,0</td> <td>1,1</td> <td>4,8</td> </tr> </table>	12	1,0	1,1	4,8		sendo formados e dividir pelo tempo de cada processo.	dos reagentes ou a formação dos produtos dentro de um determinado intervalo de tempo.	
12	1,0	1,1	4,8					
<p>3) O gráfico representa uma reação entre carbonato de cálcio com excesso de ácido clorídrico. A curva mostra o volume total de dióxido de carbono liberado (medido a temperatura e pressão constantes). Dado:</p> $\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CaCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$	<p><math>T_2</math> – CALCULAR a velocidade média da reação.</p>	<p><math>\tau_3</math> - Verificar o ponto de intersecção entre o tempo dado e o volume total de <math>\text{CO}_2</math> (em litros). Em seguida, posicionar o valor da concentração do volume total de <math>\text{CO}_2</math> no numerador da equação da velocidade média da reação e dividir pelo tempo.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da fórmula da velocidade média é possível determinar matematicamente a velocidade de formação do gás em um determinado instante de tempo.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>				
 <p>Calcule a rapidez média dessa reação, no intervalo de tempo de 120 s, expressa em litros de <math>\text{CO}_2/\text{s}</math>.</p>	<p><math>T_3</math> – CALCULAR a velocidade de reação</p>	<p><math>\tau_4</math> - Relacionar a rapidez das</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia no</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>				

$\text{Cl}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{HCl}_{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)}$ <p>Considere a rapidez média de consumo de gás cloro em determinado intervalo de tempo como sendo igual a <math>0,02 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}</math>. Calcule a rapidez das outras substâncias.</p>	de substâncias específicas	substâncias envolvidas a seus respectivos coeficientes estequiométricos.	fato de que por meio da equação química balanceada é possível relacionar as proporções estequiométricas à velocidade das reações.	
<p>5) É dada uma reação química:</p> $\text{CO} + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NO}$ <p>Qual das figuras abaixo A ou B, poderia representar um choque efetivo? Justifique.</p> 	$T_4$ – EXPLICAR o que é choque efetivo	$\tau_5$ – Identificar modelo que representa a reação com orientação favorável.	A justificativa da técnica se baseia na utilização do modelo de Dalton que representa simbolicamente a colisão de um choque efetivo ou não de uma reação química.	Teoria das Colisões
<p>6) Considere a reação química genérica:</p> $\text{A} - \text{B} + \text{C} - \text{D} \rightleftharpoons \text{A} - \text{C} + \text{B} - \text{D}$ <p>Qual(is) figura(s) abaixo representa(m) colisão(ões) com orientação(ões) desfavorável(is)? Justifique.</p>	$T_4$ – EXPLICAR o que é choque efetivo	$\tau_5$ – Identificar modelo que representa a reação com orientação favorável.	A justificativa da técnica se baseia na utilização do modelo de Dalton que representa	Teoria das Colisões

 <p>Representação em cores-fantasia.</p>			simbolicamente a colisão de um choque efetivo ou não de uma reação química.	
<p>7) Uma vela se consome mais rapidamente se for acesa em uma atmosfera de oxigênio puro ou quando queima no ar? Qual é a explicação?</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da concentração favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>
<p>8) Por que você coloca pequenos pedaços de madeira para acender uma fogueira e só depois coloca as toras de madeira?</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da área de contato favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>
<p>9) Foram feitos dois experimentos com as</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual</p>	<p>A justificativa da</p>	<p>Fatores que afetam a</p>

<p>mesmas concentrações e quantidades de reagentes. No entanto, um dos experimentos foi realizado a uma temperatura mais alta. O tempo inicial é o mesmo para ambos os tubos de ensaio. A reação estudada é a que ocorre entre tiosulfato de sódio e ácido clorídrico:</p> $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$ <p>O enxofre que se forma torna a mistura cada vez mais opaca. Veja essa mudança na foto a seguir.</p>  <p>Identifique qual experimento, I ou II, foi realizado a uma temperatura maior. Justifique.</p>	<p>mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p>fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>velocidade de uma reação química</p>
<p><b>10)</b> Analise as figuras abaixo.</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>



Foram colocados pedaços de magnésio de mesma massa em cada erlenmeyer. Adicionaram-se, no mesmo instante, soluções de ácido clorídrico de diferentes concentrações (1 mol/L e 0,2 mol/L) em cada um dos erlenmeyers, A e B, não necessariamente nessa ordem, e observaram-se os sistemas por 1 minuto.

Como identificar em qual frasco foi colocada a solução de ácido clorídrico 1 mol/L? Justifique.

modificação de outras variáveis.

a reação.

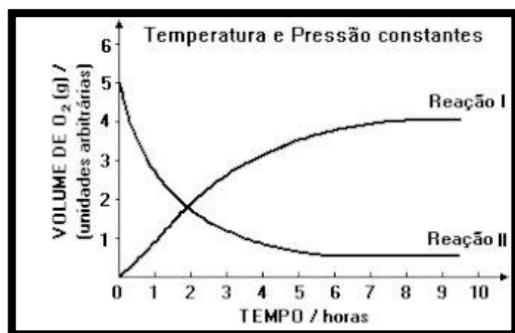
aumento da concentração favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.

Fonte: Própria

Quadro 15: Delineamento Praxeológico para o livro didático 2 (LD2)

Enunciado das Questões	Tipo de Tarefa	Técnica	Elemento Tecnológico-Teórico	Conceito envolvido
1) Quanto tempo o petróleo precisa para se formar?	T <sub>1</sub> – EXPLICAR a diferença de velocidades em reações diferentes	τ <sub>1</sub> - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.	A justificativa da técnica se apoia na noção de que colisões com orientações favoráveis e que aconteçam com uma energia mínima necessária, tenderão a ser mais rápidas ou lentas. Salientamos que essa justificativa está implícita na tarefa.	Velocidade das reações químicas
2) Numa reação que ocorre em solução (reação I), há o desprendimento de oxigênio, e a sua taxa de desenvolvimento pode ser medida pelo volume de O <sub>2(g)</sub> desprendido. Outra reação (reação II) ocorre nas mesmas condições, porém consumindo O <sub>2(g)</sub> , e este consumo mede a taxa	T <sub>1</sub> – EXPLICAR a diferença de velocidades em reações diferentes	τ <sub>1</sub> – Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.	A justificativa da técnica se apoia na noção de que colisões com orientações favoráveis e que	Velocidade das reações químicas

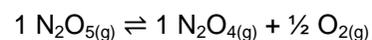
de desenvolvimento dessa reação. O gráfico a seguir representa os resultados referentes às duas reações:



Considerando as duas horas iniciais, qual das reações tem taxa de desenvolvimento maior?

**Justifique** sua resposta.

3) Num determinado meio onde ocorre a reação:



Observou-se a seguinte variação na concentração de  $\text{N}_2\text{O}_{5(g)}$  em função do tempo:

[ $\text{N}_2\text{O}_5$ ] /mol.L <sup>-1</sup>	0,2	0,20	0,18	0,16	0,15
Temp o/s	0	180	300	540	840

**T<sub>2</sub>** – CALCULAR a velocidade média da reação.

$\tau_2$  - Posicionar o valor da concentração dos reagentes no numerador da equação da velocidade média da reação e o tempo no denominador, em

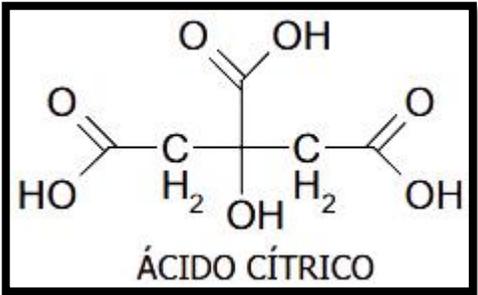
aconteçam com uma energia mínima necessária, tenderão a ser mais rápidas ou lentas.

A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da fórmula da velocidade média é possível determinar matematicamente a velocidade de consumo do reagente.

Velocidade das reações químicas

Calcule a taxa de desenvolvimento média da reação no intervalo de 3 min a 5 min.		seguida realizar divisão.		
<p><b>4)</b> A taxa de desenvolvimento de uma reação química depende de:</p> <p>I. Do número de colisões entre as moléculas na unidade de tempo.</p> <p>II. Da energia cinética das moléculas envolvidas na reação.</p> <p>III. Da orientação das moléculas.</p> <p>Estão corretas as alternativas:</p> <p>a) I, II e III. b) I. c) II. d) I e II. e) I e III.</p>	<b>T<sub>4</sub></b> – EXPLICAR o que é choque efetivo	<b>τ<sub>8</sub></b> – Identificar critérios submicroscópicos essenciais a uma reação química.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.	Teoria das Colisões
<b>5)</b> Porque a elevação da temperatura aumenta a reatividade das substâncias?	<b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	<b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.	Velocidade das reações químicas
<p><b>6)</b> Os itens 1, 2, 3 e 4 abaixo relacionam-se com a reação química:</p> $1 \text{ Fe}_{(s)} + 2 \text{ H}^+_{(aq)} \rightleftharpoons 1 \text{ Fe}^{2+}_{(aq)} + 1 \text{ H}_{2(g)}$	<b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da	<b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o	Fatores que afetam a velocidade de uma reação química

<p>Em cada um dos casos descritos nos itens de 1 a 4, essa reação se processa em duas condições diferentes. Explique o que acontece com a taxa de desenvolvimento dessa reação nas duas condições expressas em cada item.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1200 mL de solução de HCl 1,0 mol/L reagem com:       <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Um prego de ferro de 10 g;</li> <li>b) 10 g de palha de aço.</li> </ol> </li> <li>2. Uma lâmina de 10 g de ferro reage com:       <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 200 mL de uma solução de HCl 1,0 mol/L.</li> <li>b) 200 mL de uma solução de HCl 0,10 mol/L</li> </ol> </li> <li>3. Uma lâmina de 10 g de ferro reage com um determinado volume de solução de HCl 1,0 mol/L:       <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Na temperatura de 25°C;</li> <li>b) Na temperatura de 35°C.</li> </ol> </li> </ol>	<p>modificação de outras variáveis.</p>	<p>acelerando a reação.</p>	<p>aumento da concentração, da temperatura e da área de contato favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	
<p><b>7)</b> A reação entre hidrogênio e oxigênio gasosos é mais rápida quando esses estão:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Secos e na ausência de catalisador.</li> <li>b) Úmidos e na ausência de catalisador.</li> <li>c) Aquecidos e na presença de catalisador.</li> </ol>	<p><b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura e a ação</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>

<p>d) Resfriados e na presença de catalisador. e) Secos e a baixa temperatura.</p>			<p>de um catalisador aumenta a probabilidade de colisões efetivas.</p>	
<p><b>8)</b> Há no mercado diversos produtos indicados para combater a acidez estomacal, como os antiácidos efervescentes, que podem ser encontrados na forma de pastilhas ou em pó, para serem dissolvidos na água ao serem administrados.</p> <p>Segundo informações do rótulo, uma pastilha efervescente (4 g) é composta de:</p> <p>Ácido acetilsalicílico      325 mg Carbonato de sódio          400 mg Carbonato ácido de sódio 1700 mg Ácido cítrico                  1575 mg</p> <div data-bbox="297 1023 775 1318" style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;">  <p style="text-align: center;">ÁCIDO CÍTRICO</p> </div>	<p><b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da área de contato e da temperatura aumenta a probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>

Com esse produto, podemos fazer alguns experimentos relacionados à Cinética Química.

### **Como Fazer**

#### **Parte 1**

Comece trabalhando com água em temperatura ambiente.

Coloque cerca de 150 mL de água em cada copo. Com a ajuda de um amigo (se necessário) coloque ao mesmo tempo em um dos copos uma pastilha de antiácido inteira e, no outro copo, uma pastilha de antiácido triturada.

Observe.

#### **Parte 2**

Agora, coloque água gelada em um dos copos e água quente no outro e adicione um comprimido efervescente em cada copo. Observe.

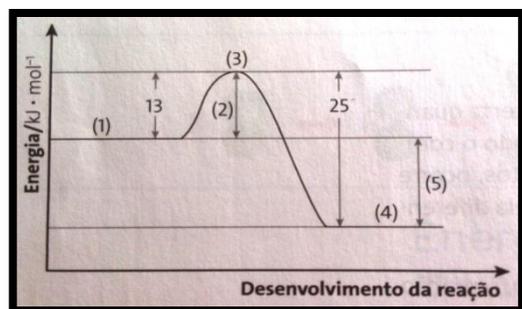
### **Investigue**

1. Na parte 1 do experimento, a pastilha reage mais rapidamente com a água quando está inteira ou após ser triturada? Por quê?

<p>2. Na parte 2 do experimento, a pastilha reage mais rapidamente com água gelada ou com a água quente? Por quê?</p>				
<p><b>9)</b> A deterioração de um alimento é resultado de transformações químicas que decorrem, na maioria dos casos, da interação do alimento com microrganismos ou, ainda, da interação com o oxigênio do ar, como é o caso da rancificação de gorduras. Para conservar por mais tempo um alimento deve-se, portanto, procurar impedir ou retardar ao máximo a ocorrência dessas transformações. Os processos comumente utilizados para conservar alimentos levam em conta os seguintes fatores:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Microrganismos dependem da água líquida para sua sobrevivência.</li> <li>II. Microrganismos necessitam de temperaturas adequadas para crescerem e se multiplicarem. A multiplicação de microrganismos, em geral, é mais rápida entre 25°C e 45°C, aproximadamente.</li> <li>III. Transformações químicas têm maior rapidez quanto maior for a</li> </ol>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da área de contato e a temperatura aumenta a probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>

<p>temperatura e a superfície de contato das substâncias que interagem.</p> <p>IV. Há substâncias que acrescentadas ao alimento dificultam a sobrevivência ou a multiplicação de microrganismos.</p> <p>V. No ar há microrganismos que encontrando alimento, água líquida e temperaturas adequadas crescem e se multiplicam.</p> <p>Em uma embalagem de leite “longa-vida”, lê-se:  “Após aberto, é preciso guarda-lo em geladeira.”</p> <p>Caso uma pessoa não siga tal instrução, principalmente no verão tropical, o leite se deteriorará rapidamente, devido a razões relacionadas com:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>O fator I, apenas.</li> <li>O fator II, apenas.</li> <li>Os fatores II, III e V, apenas.</li> <li>Os fatores I, II e III, apenas.</li> <li>Todos os fatores.</li> </ol>				
--	--	--	--	--

10) Em relação ao gráfico de energia em função do desenvolvimento de uma reação química hipotética, assinale a alternativa correta.



- a) (1)  $13,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; (2) reagentes; (3)  $E_{\text{at}}$ ; (4) produtos; (5)  $12 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  de calor absorvido.  
 b) (1) reagentes; (2)  $E_{\text{at}}$ ; (3) estado ativado; (4) produtos; (5)  $12 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  de calor liberado.  
 c) (1) produtos; (2)  $E_{\text{at}}$ ; (3) reagentes; (4) estado ativado; (5)  $12 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  de calor absorvido.  
 d) (1) reagentes; (2)  $E_{\text{at}}$ ; (3) estado ativado; (4) produtos; (5)  $12 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  de calor absorvido.  
 e) (1) reagentes; (2)  $E_{\text{at}}$ ; (3) estado ativado; (4) produtos; (5)  $12 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  de calor absorvido.

**T<sub>6</sub>** – ANALISAR o comportamento gráfico da energia versus o caminho da reação.

**$\tau_7$**  - Identificar tipo de reação química, se endotérmica ou exotérmica.

Localizar posição dos reagentes e produtos no diagrama.

Calcular a variação de entalpia a partir dos dados constantes dos reagentes e produtos. ( $\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$ ).

Observar e identificar a energia de ativação a partir da diferença entre o complexo ativado e o reagente.

A justificativa da técnica se baseia na interpretação gráfica e preenchimento dos espaços vazios concernentes à classificação da reação química hipotética.

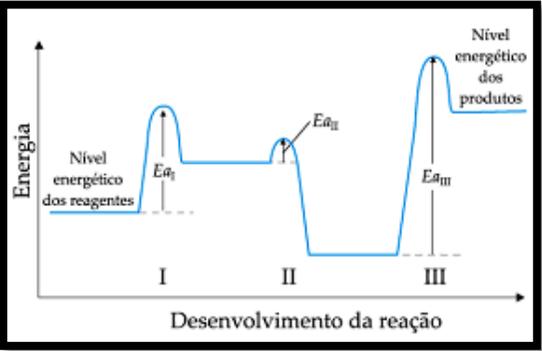
Teoria das Colisões

Fonte: Própria

**Quadro 16:** Delineamento Praxeológico para o livro didático 3 (LD3)

Enunciado das Questões	Tipo de Tarefa	Técnica	Elemento Tecnológico-Teórico	Conceito
<p><b>1)</b> Será que podemos retardar ou aumentar a rapidez de uma reação de combustão?</p>	<p><b>T<sub>1</sub></b> – EXPLICAR a diferença de velocidade em reações diferentes</p>	<p><math>\tau_1</math> - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia na noção de que colisões com orientações favoráveis e que aconteçam com uma energia mínima necessária, tenderão a ser mais rápidas ou lentas. Salientamos que essa justificativa está implícita na tarefa.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>
<p><b>2)</b> Como podemos expressar a taxa de rapidez de uma reação química?</p>	<p><b>T<sub>7</sub></b> – RECONHECER variáveis da velocidade média da reação</p>	<p><math>\tau_8</math> – Apresentar a razão entre a quantidade de determinada substância, seja produto ou reagente e o intervalo de tempo.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia na utilização da equação matemática da velocidade média.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>

<p><b>3)</b> Em um incêndio, causado por vazamento de gás, qual seria o procedimento mais fácil para apagar a chama do gás: despejar água na chama ou jogar uma toalha molhada em cima do local onde está escapando o gás? Justifique sua resposta.</p>	<p><b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia na noção de que colisões com orientações favoráveis e que aconteçam com uma energia mínima necessária, tenderão a ser mais rápidas ou lentas. Salientamos que essa justificativa está implícita na tarefa.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>
<p><b>4)</b> Por que a vela apaga?  <u>Procedimento</u>          Fixe a vela no fundo do copo de forma que a ponta do pavio não ultrapasse a altura da borda do copo, como indica a figura ao lado.          Parte A</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acenda a vela.</li> <li>2. Encha a seringa de água.</li> <li>3. Esguiche cuidadosamente a água da seringa na parte superior da chama.</li> <li>4. Repita o procedimento, direcionando o</li> </ol>	<p><b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na observação experimental de comprovação teórico/prático da vela.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>

<p>jato para a base da chama da vela.</p> <p>5. Observe e anote.</p> <p><u>Análise de dados</u></p> <p>Descreva quimicamente por que o fogo apagou, utilizando o triângulo do fogo para justificar.</p>				
<p>5) Analise o gráfico abaixo e responda: Qual das etapas (I, II e III) é a mais lenta? E qual é a mais rápida?</p> 	<p><math>T_6</math> – ANALISAR o comportamento gráfico da energia versus o caminho da reação.</p>	<p><math>\tau_9</math> – Verificar diferença entre as energias do reagente e do complexo ativado.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia no fato de que quanto maior a energia de ativação, maior a dificuldade em atingir o complexo ativado logo, mais lenta será a reação.</p>	<p>Teoria das Colisões</p>
<p>6) Explique, de acordo com a teoria das colisões e a do estado ativado, porque existem reações que são rápidas e outras lentas.</p>	<p><math>T_4</math> – EXPLICAR o que é choque efetivo</p>	<p><math>\tau_1</math> - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de</p>	<p>Teoria das Colisões</p>

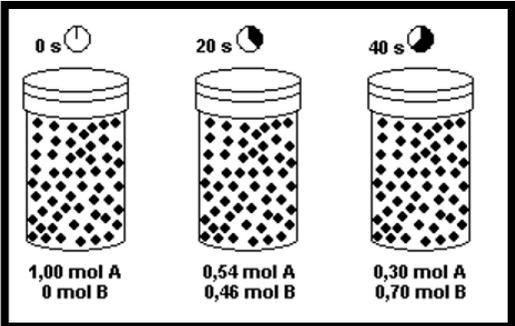
			colisões efetivas.	
<p><b>7)</b> Alguns medicamentos são apresentados na forma de comprimidos que, quando ingeridos, se dissolvem lentamente no líquido presente no tubo digestório, garantido um efeito prolongado no organismo. Contudo, algumas pessoas, por conta própria, amassam o comprimido antes de tomá-lo. Que inconveniente existe nesse procedimento?</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da superfície de contato favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>
<p><b>8)</b> Por que o aumento da temperatura aumenta a rapidez de uma reação química?</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>
<p><b>9)</b> Química na Escola</p> <p><u>Procedimento</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Divida o comprimido efervescente em quatro partes iguais.</li> <li>2. Coloque água fria em um béquer, mais ou</li> </ol>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura favorece</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>

<p>menos até a metade de seu volume.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Coloque a mesma quantidade de água em temperatura ambiente em outro béquer.</li> <li>4. No terceiro béquer, coloque a mesma quantidade de água quente (não fervendo).</li> <li>5. Adicione, simultaneamente, um pedaço do comprimido em cada béquer.</li> <li>6. Observe e anote o que acontece.</li> </ol> <p><u>Análise de dados</u> Descreva o que você observou.</p>			<p>a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>																
<p><b>10)</b> A tabela abaixo mostra o resultado de experiências em que comprimidos efervescentes foram dissolvidos em água.</p> <table border="1" data-bbox="302 970 831 1347"> <thead> <tr> <th>Estado do comprimido</th> <th>Temperatura da água (°C)</th> <th>Tempo para dissolução total, em minutos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inteiro</td> <td>20°C</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Inteiro</td> <td>30°C</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Pulverizado</td> <td>20°C</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Pulverizado</td> <td>40°C</td> <td>0,2</td> </tr> </tbody> </table>	Estado do comprimido	Temperatura da água (°C)	Tempo para dissolução total, em minutos	Inteiro	20°C	1,0	Inteiro	30°C	0,5	Pulverizado	20°C	0,7	Pulverizado	40°C	0,2	<p><b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da superfície de contato e da temperatura favorece a velocidade da reação em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>
Estado do comprimido	Temperatura da água (°C)	Tempo para dissolução total, em minutos																	
Inteiro	20°C	1,0																	
Inteiro	30°C	0,5																	
Pulverizado	20°C	0,7																	
Pulverizado	40°C	0,2																	

<p>Considerando-se os resultados da tabela e os fatores que, em geral, influenciam a rapidez de reação, <b>marque</b> a alternativa errada.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) A pulverização aumenta a energia cinética das partículas.</li><li>b) A pulverização aumenta a frequência de colisões das partículas do comprimido com as moléculas de água.</li><li>c) A rapidez de dissolução depende de mais de um fator.</li><li>d) O aquecimento aumenta a energia média das colisões.</li><li>e) O aumento da superfície de contato favorece a dissolução.</li></ul>				
--	--	--	--	--

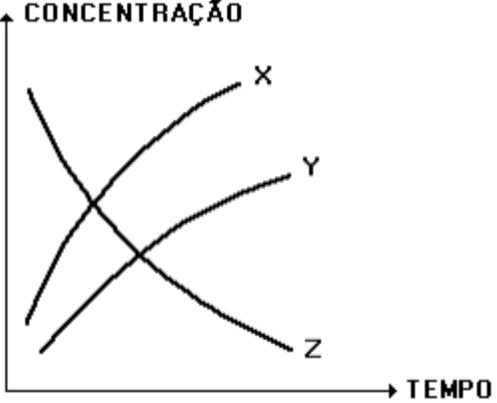
Fonte: Própria

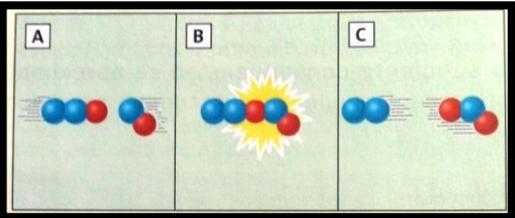
Quadro 17: Delineamento Praxeológico para o livro didático 4 (LD4)

Enunciado das Questões	Tarefas	Técnica	Elemento Tecnológico-Teórico	Conceito
<p>1) Ao realizar a reação de formação da água a partir dos gases hidrogênio (<math>H_2</math>) e oxigênio (<math>O_2</math>), verificou-se que a velocidade de consumo de oxigênio foi de 4 mol/min. <b>Determine</b> a velocidade de consumo de hidrogênio.</p>	<p><math>T_3</math> – CALCULAR a velocidade de reação de substâncias específicas</p>	<p><math>\tau_4</math> - Relacionar a rapidez das substâncias envolvidas a seus respectivos coeficientes estequiométricos.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da equação química balanceada é possível relacionar as proporções estequiométricas à velocidade das reações.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>
<p>2) <b>Considere</b> a reação de decomposição da substância A na substância B e as espécies a cada momento segundo o tempo indicado.</p> 	<p><math>T_2</math> – CALCULAR a velocidade média da reação.</p>	<p><math>\tau_2</math> . Posicionar os reagentes que estão sendo consumidos no numerador da equação ou os produtos que estão sendo formados e dividir pelo tempo de cada processo.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da fórmula da velocidade média é possível determinar matematicamente a velocidade de consumo do reagente ou de formação do produto.</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>

<p>Sobre a velocidade dessa reação, é correto afirmar que a velocidade de:</p> <p>a) Decomposição da substância A, no intervalo de tempo de 0 a 20 s, é <math>0,46 \text{ mol.s}^{-1}</math>.</p> <p>b) Decomposição da substância A, no intervalo de tempo de 20 a 40 s, é <math>0,012 \text{ mol.s}^{-1}</math>.</p> <p>c) Decomposição da substância A, no intervalo de tempo de 0 a 40 s, é <math>0,035 \text{ mol.s}^{-1}</math>.</p> <p>d) Formação da substância B, no intervalo de tempo de 0 a 20 s, é <math>0,46 \text{ mol.s}^{-1}</math>.</p> <p>e) Formação da substância B, no intervalo de tempo de 0 a 40 s, é <math>0,70 \text{ mol.s}^{-1}</math>.</p>				
<p><b>3)</b> Na reação de solução de ácido clorídrico com zinco metálico, o gráfico que melhor <b>representa</b> o comportamento das espécies em solução é:</p>	<p><b>T<sub>8</sub></b> – ANALISAR o comportamento gráfico da concentração versus o tempo.</p>	<p><math>\tau_{10}</math> – Relacionar as espécies químicas à influência dos coeficientes estequiométricos nas curvas do gráfico.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia na compreensão de que a velocidade de consumo dos reagentes ou de formação dos produtos</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>

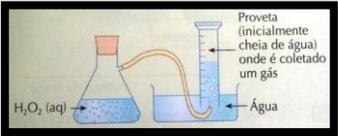
			<p>é proporcional aos seus respectivos coeficientes estequiométricos.</p>	
<p>4) O gráfico a seguir representa a variação das concentrações das substâncias X, Y e Z durante a reação em que elas tomam parte.</p>	<p><math>T_8</math> – ANALISAR o comportamento gráfico da concentração versus o tempo.</p>	<p><math>\tau_{10}</math> – Relacionar as espécies químicas à influência dos coeficientes estequiométricos nas curvas do gráfico.</p>	<p>A justificativa da técnica se apoia na compreensão de que a velocidade de consumo dos reagentes ou de formação dos produtos é proporcional aos seus respectivos</p>	<p>Velocidade das reações químicas</p>

 <p>A equação que <b>representa</b> a reação é:</p> <p>a) <math>X + Z \rightarrow Y</math>  b) <math>X + Y \rightarrow Z</math>  c) <math>X \rightarrow Y + Z</math>  d) <math>Y \rightarrow X + Z</math>  e) <math>Z \rightarrow X + Y</math></p>			coeficientes estequiométricos.	
<p><b>5) Considere</b> o seguinte esquema (em nível microscópico) referente a uma reação em fase gasosa. A cor vermelha representa o elemento oxigênio</p>	<p><b>T<sub>4</sub></b> – EXPLICAR o que é choque efetivo</p>	<p><math>\tau_5</math> – Identificar modelo que representa a reação com orientação favorável.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na utilização do modelo de Dalton que representa simbolicamente a colisão de um choque</p>	<p>Teoria das Colisões</p>

 <p>a) O esquema representa uma colisão eficaz ou não eficaz?</p> <p>b) Formule a equação química que representa a reação.</p>			efetivo ou não de uma reação química.	
<p>6) Para que a reação representada por</p> $\text{A}-\text{B} + \text{C}-\text{D} \rightarrow \text{A}-\text{C} + \text{B}-\text{D}$ <p>Possa ocorrer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As moléculas AB devem colidir com as moléculas CD;</li> <li>- As moléculas que colidem devem possuir um mínimo de energia necessária à reação;</li> <li>- As colisões moleculares efetivas devem ocorrer com moléculas convenientemente orientadas.</li> </ul> <p>Dentre as orientações abaixo, no momento da colisão, <b>a que deve favorecer a reação</b> em questão é:</p>	<p><b>T<sub>4</sub></b> – EXPLICAR o que é choque efetivo</p>	<p><b>τ<sub>5</sub></b> – Identificar modelo que representa a reação com orientação favorável.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na utilização do modelo de Dalton que representa simbolicamente a colisão de um choque efetivo ou não de uma reação química.</p>	<p>Teoria das Colisões</p>

<p>a) <math>\begin{matrix} \text{A} &amp; \text{C} \\   &amp;   \\ \text{B} &amp; \text{D} \end{matrix}</math></p> <p>b) <math>\begin{matrix} \text{A} &amp; \text{D} \\   &amp;   \\ \text{B} &amp; \text{C} \end{matrix}</math></p> <p>c) <math>\begin{matrix} \text{A} \\   \\ \text{B} &amp; \text{C} - \text{D} \end{matrix}</math></p> <p>d) <math>\text{A} - \text{B} \quad \text{C} - \text{D}</math></p> <p>e) <math>\text{A} - \text{B} \quad \text{D} - \text{C}</math></p>				
<p><b>7)</b> Os incêndios nas matas se propagam com maior rapidez quando está ventando. <b>Proponha uma explicação</b> para isso, utilizando seus conhecimentos sobre efeito da concentração sobre a velocidade de uma reação química.</p>	<p><b>T<sub>5</sub></b> - EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da concentração possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>
<p><b>8) Considere</b> a corrosão do zinco pelo ácido clorídrico em solução aquosa:</p> $\text{Zn}_{(s)} + 2 \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{ZnCl}_{2(aq)}$ <p>Ou</p> $\text{Zn}_{(s)} + 2 \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{Zn}^{2+}_{(aq)}$ <p>Numa mesma temperatura, <b>qual</b> das seguintes soluções corroerá mais rapidamente uma amostra de zinco</p>	<p><b>T<sub>5</sub></b> - EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da concentração possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>

<p>metálico?</p> <p>a) HCl(aq) 1,0 mol/L</p> <p>b) HCl(aq) 0,5 mol/L</p> <p>c) HCl(aq) 0,1 mol/L</p> <p>d) HCl(aq) 0,05 mol/L</p> <p>e) HCl(aq) 0,01 mol/L</p>				
<p>9) A sabedoria popular indica que, para acender uma lareira, devemos utilizar inicialmente lascas de lenha e só depois colocarmos as toras. Em condições reacionais idênticas e utilizando massas iguais de madeira em lascas e em toras, verifica-se que madeira em lascas queima com mais velocidade.</p>  <p>O fator determinante, para essa maior velocidade de reação, é o aumento da:</p> <p>a) Pressão</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da superfície de contato possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>

b) Temperatura c) Concentração d) Superfície de contato				
<p><b>10)</b> A aparelhagem desenhada abaixo permite realizar a reação de decomposição da água oxigenada.</p>  <p>a) <b>Equacione</b> a reação.</p> <p>b) <b>Faça</b> um gráfico (esboço) representando volume de gás em função do tempo, desde o início até o fim da reação.</p> <p><b>Represente</b> (desenhando curvas) como seria o gráfico se a reação fosse repetida na presença de um catalisador (e mantendo-se todas as demais condições constantes: quantidades dos reagentes, temperatura etc).</p>	<p><b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que por meio do catalisador a reação se processaria mais rapidamente.</p>	<p>Fatores que afetam a velocidade de uma reação química</p>

Fonte: Própria.

### 3.3 Tipos de Tarefas (T) – Detalhamento

Observamos, nas quatro obras analisadas, que das quarenta questões selecionadas, apenas oito Tipos de tarefas foram identificados. Apresentamos algumas características desses tipos de tarefas no quadro 18.

**Quadro 18:** Tipos de Tarefa e suas características

Tipos de Tarefas (T)	Características
T <sub>1</sub> - EXPLICAR a diferença de velocidades em reações diferentes.	O primeiro tipo de tarefa envolve a compreensão do conceito de velocidade de uma reação química.
T <sub>2</sub> - CALCULAR a velocidade média da reação.	Esse tipo de tarefa envolve expressões matemáticas relacionadas às velocidades das reações químicas.
T <sub>3</sub> - CALCULAR a velocidade de reação de substâncias específicas.	Esse tipo de tarefa envolve relação de proporcionalidade entre a velocidade em que ocorre uma reação e a variação da concentração de reagentes ou produtos em um determinado intervalo de tempo, associados ao coeficiente estequiométrico da reação.
T <sub>4</sub> - EXPLICAR o que é choque efetivo.	Esse tipo de tarefa tem relação com o modelo cinético, uma vez que as reações químicas estão relacionadas a quebra e formação de ligações por meio das colisões entre moléculas e são dependentes da frequência de colisões de moléculas com energia e orientação adequadas.
T <sub>5</sub> - EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	Esse tipo de tarefa envolve a compreensão de que a alteração na velocidade está diretamente relacionada à frequência de choques das partículas que formam as substâncias e que existem fatores que podem acelerar ou retardar a ocorrência da reação química.
T <sub>6</sub> - ANALISAR o comportamento gráfico da energia versus o caminho da reação.	Esse tipo de tarefa envolve a interpretação gráfica por meio de uma representação da transformação dos reagentes em produtos, ao mesmo tempo em que apresenta a energia mínima suficiente para romper as ligações dos reagentes para formando novas ligações, dos produtos.
T <sub>7</sub> - RECONHECER variáveis da velocidade média da reação	Esse tipo de tarefa envolve a compreensão de que, em uma reação química, a quantidade da substância pode ser expressa em diferentes grandezas, como: quantidade de matéria (n), volume (V), concentração em quantidade de matéria (mol/L) e massa (m), que se processam num dado intervalo de tempo.

<b>T<sub>8</sub></b> – ANALISAR o comportamento gráfico da concentração versus o tempo.	Esse tipo de tarefa envolve interpretação gráfica de uma representação do consumo dos reagentes ou de formação dos produtos em um intervalo de tempo.
---	---

Fonte: Própria

Assim, conforme apresentado no quadro 18 é possível verificarmos os tipos de tarefas mais predominantes na abordagem do conteúdo de cinética química pelos manuais didáticos. Desta forma, tomamos por base essas oito categorias relativas aos tipos de tarefas que servirão de base para a identificação dos tipos de tarefas apresentados pelo professor na sua aula.

### 3.4 Técnicas ( $\tau$ ) - Detalhamento

A partir dos tipos de tarefas foi possível identificar as técnicas que foram mobilizadas na resolução das tarefas sobre Cinética Química. Com relação à Velocidade das Reações Químicas:

- $\tau_1$  - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.
- $\tau_2$  - Posicionar os reagentes que estão sendo consumidos no numerador da equação ou os produtos que estão sendo formados e dividir pelo tempo de cada processo.
- $\tau_3$  - Verificar o ponto de intersecção entre o tempo dado e o volume total de  $\text{CO}_{2(L)}$ . Em seguida, posicionar o valor da concentração do volume total de  $\text{CO}_2$  no numerador da equação da velocidade média da reação e dividir pelo tempo.
- $\tau_4$  - Relacionar a rapidez das substâncias envolvidas a seus respectivos coeficientes estequiométricos.
- $\tau_6$  - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.
- $\tau_8$  – Apresentar a razão entre a quantidade de determinada substância, seja produto ou reagente e o intervalo de tempo.

- $\tau_{10}$  – Relacionar as espécies químicas à influência dos coeficientes estequiométricos nas curvas do gráfico.

Com relação à Teoria de Colisões:

- $\tau_1$  - Associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação.
- $\tau_5$  - Identificar reação que apresenta orientação favorável.
- $\tau_9$  – Verificar diferença entre as energias do reagente e do complexo ativado.

Com relação aos Fatores que afetam a velocidade das reações:

- $\tau_6$  - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.
- $\tau_7$  - Identificar tipo de reação química, se endotérmica ou exotérmica. Localizar posição dos reagentes e produtos no diagrama. Calcular a variação de entalpia a partir dos dados constantes dos reagentes e produtos. ( $\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$ ). Observar e identificar a energia de ativação a partir da diferença entre o complexo ativado e o reagente.

Com relação a **associar a velocidade de uma reação às colisões efetivas e a energia de ativação ( $\tau_1$ )**, consiste em resolver uma questão que envolve velocidade de reação a partir da compreensão microscópica que se estabelece no fato da maior frequência de choques entre átomos, moléculas ou íons das substâncias reagentes incidirem diretamente sobre a velocidade da reação, uma vez que a energia necessária para que a reação ocorra com maior velocidade precisa ser menor e quando maior, acontecerá de forma mais lenta.

Desta forma, essa técnica se apoia nos elementos tecnológicos que consistem nas representações simbólicas sobre a noção da teoria das colisões, que justifica a técnica por meio das representações das colisões com orientações favoráveis e que acontecem com uma energia de ativação menor tenderão a ser mais rápidas. Podemos dizer que essa técnica se apoia essencialmente em procedimentos que exigem raciocínio microscópico e argumentação/explicação, isto é, aspectos mais teóricos e simbólicos da cinética química.

Com relação à eficiência da técnica, acreditamos que ela possibilita um olhar mais amplo para os fenômenos químicos que envolvem transformações da matéria no que diz respeito ao fato dessas reações se processarem mais rapidamente ou mais lentamente. No entanto, as limitações dessas técnicas podem ficar mais evidentes caso esses aspectos mais microscópicos sejam abordados de forma simplista.

Essa técnica pode ser utilizada, principalmente, na resolução de questões teóricas que envolvem diferentes velocidades, pois a justificativa para essa ocorrência está no fato das diferentes energias de ativação, bem como das colisões efetivas.

**Posicionar os reagentes que estão sendo consumidos no numerador da equação ou os produtos que estão sendo formados e dividir pelo tempo de cada processo ( $\tau_2$ )**, essa técnica consiste em determinar a velocidade de uma reação, a partir da quantidade de uma das substâncias consumidas ou das formadas em um intervalo de tempo, substituindo os valores fornecidos na fórmula da velocidade média.

Nesse sentido, a aplicação desta técnica se apoia nos elementos tecnológicos que consistem nas equações matemáticas utilizadas para calcular o valor numérico que corresponde as velocidades das reações. Podemos dizer que essa técnica se utiliza essencialmente de procedimentos matemáticos na resolução do problema.

A técnica normalmente é utilizada nas demonstrações quantitativas da velocidade das reações que pode ser abordada num estudo introdutório do assunto de cinética química. A técnica se mostra eficaz para alguns casos específicos, mas não para todas as situações que envolvem velocidade de uma reação.

**Verificar o ponto de intersecção entre o tempo dado e o volume total de  $\text{CO}_2$ . Em seguida, posicionar o valor da concentração do volume total de  $\text{CO}_2$  no numerador da equação da velocidade média da reação e dividir pelo tempo ( $\tau_3$ )**, essa técnica também consiste em determinar a velocidade de uma reação, a partir da quantidade de uma das substâncias

consumidas ou das formadas em um intervalo de tempo, substituindo os valores fornecidos na fórmula da velocidade média. No entanto, é importante salientar que esta técnica exige uma correta interpretação do gráfico para que os valores a serem extraídos sejam os corretos.

Nesse sentido, a aplicação desta técnica se apoia nos elementos tecnológicos que consistem nas equações matemáticas utilizadas para calcular o valor numérico que corresponde as velocidades das reações. Podemos dizer que essa técnica se utiliza essencialmente de procedimentos matemáticos e interpretativos na resolução do problema.

**Relacionar a rapidez das substâncias envolvidas a seus respectivos coeficientes estequiométricos ( $\tau_4$ )**, essa técnica consiste em calcular a velocidade da reação em função das espécies químicas dos reagentes e produtos.

A justificativa da técnica se apoia no fato de que por meio da equação química balanceada é possível relacionar a quantidade de matéria diretamente com a velocidade das reações. A técnica se utiliza das representações simbólicas expressas pela própria equação química, sendo necessária também uma correta interpretação e aplicação dos cálculos para obtenção dos resultados.

Com relação a **identificar reação que apresenta orientação favorável ( $\tau_5$ )**, trata-se de analisar a disposição espacial das moléculas e identificar aquela em que a colisão ocorre de forma frontal, ou seja, com a orientação das moléculas reagentes favorável à formação dos produtos.

A justificativa da técnica se apoia na utilização do modelo atômico de Dalton, que representa simbolicamente a colisão de um choque efetivo ou não de uma reação química a partir de esquemas ilustrativos. A técnica se mostra eficaz, não apenas na verificação da orientação das moléculas, mas também por possibilitar uma visão atômico/molecular do processo que envolve uma reação química.

**Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação ( $\tau_6$ )**. Essa técnica consiste em determinar o fator que é capaz de acelerar a reação aumentando a probabilidade de colisões efetivas. A justificativa da

técnica se baseia na noção de que, por meio de uma maior superfície de contato, da temperatura, da concentração dos reagentes, do estado físico ou do catalisador é possível uma condição em que se favorecem mais colisões efetivas por unidade de tempo.

**Identificar tipo de reação química, se endotérmica ou exotérmica. Localizar posição dos reagentes e produtos no diagrama. Calcular a variação de entalpia a partir dos dados constantes dos reagentes e produtos. ( $\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$ ). Observar e identificar a energia de ativação a partir da diferença entre o complexo ativado e o reagente ( $\tau_7$ ),** consistem em: (1) considerar a energia absorvida para a ruptura das ligações dos reagentes envolvidos nas reações e a energia liberada na formação das ligações dos produtos; (2) reconhecer os reagentes e produtos a partir da representação gráfica; (3) considerar os valores energéticos do complexo ativado e subtrair pelo valor energético apresentado nos reagentes.

Com relação à eficiência das técnicas, acreditamos que elas possibilitam a identificação de reações rápidas e lentas a partir da energia de ativação, além de uma compreensão quantitativa também do quanto de energia que foi liberada ou absorvida durante a transformação química.

**Apresentar a razão entre a quantidade de determinada substância, seja produto ou reagente e o intervalo de tempo ( $\tau_8$ ).** Essa técnica consiste em expressar a velocidade de uma reação, a partir de uma relação entre o consumo ou a formação de substâncias, num dado intervalo de tempo. No que concerne ao alcance e eficiência da técnica, acredito que pode ser pertinente quando utilizada para introduzir o trabalho sobre Cinética Química, pois possibilitará uma reflexão dos elementos principais que estão em cena na abordagem deste conteúdo.

**Verificar diferença entre as energias do reagente e do complexo ativado ( $\tau_9$ ),** consiste em analisar o diagrama e identificar diferença de energia existente nas ligações químicas dos reagentes e necessária para a formação do complexo ativado. A justificativa da técnica se baseia no fato de que, quanto

maior a energia de ativação, maior a dificuldade em atingir o complexo ativado, logo, mais lenta será a reação.

Podemos dizer que essa técnica se apoia essencialmente em procedimentos que exigem interpretação gráfica e o reconhecimento do complexo ativado e dos reagentes no diagrama.

Quanto ao alcance e eficiência, a técnica pode ser utilizada visando obter valores quantitativos da energia de ativação, mas também podem ser observadas as velocidades das reações.

**Relacionar as espécies químicas à influência dos coeficientes estequiométricos nas curvas do gráfico ( $\tau_{10}$ ).** Essa técnica consiste em verificar que os reagentes, ao serem consumidos, possuem curva decrescente, enquanto os produtos, ao serem formados, possuem uma curva crescente no gráfico. No entanto, se uma reação química possui mais de um reagente ou mais de um produto, o coeficiente estequiométrico será um dos agentes de diferenciação das curvas. A justificativa da técnica se baseia no fato de que, por meio gráfico, é possível verificar o comportamento das substâncias que participam da reação química. Podemos dizer que essa técnica se apoia essencialmente em procedimentos que exigem interpretação gráfica e o reconhecimento das substâncias reagentes e de seus respectivos produtos.

### **3.5 Delineamento a priori da Organização Didática dos Livros do PLNLD 2015**

Na Organização Didática, o primeiro momento, com exceção de LD4, foi introduzido a partir de uma problemática inicial que abordava uma questão do cotidiano ou uma reflexão própria da Cinética Química, buscando motivar e engajar os alunos a pensar que existem fatores que podem acelerar ou retardar uma velocidade de uma reação química, ou seja, uma forma de levar o estudante a refletir que diferentes fenômenos se processam em tempos distintos. Essa abordagem parece interessante, pois possibilita uma sondagem e/ou verificação das concepções prévias dos estudantes sobre o conteúdo,

além de possibilitar reflexões iniciais sobre o que será estudado e vivenciado mais à frente.

O segundo momento, em todas as obras, foi marcado por apresentar a exploração das tarefas e de um tipo de técnica de modo simultâneo à explicação de um conceito, relacionado ao trabalho com o bloco tecnológico-teórico. Considerando essa abordagem em sala de aula, é muito comum o professor apresentar a definição de um conteúdo e logo em seguida apresentar uma tarefa, para posteriormente solucioná-la, a fim de levar o aluno a entender como determinado conceito pode ser trabalhado a partir de uma tarefa. Mas, aqui chamamos a atenção à necessidade de se trabalhar uma variedade de técnicas, a fim de mostrar ao estudante que não existe uma única forma de resolução, mas que ele pode se deparar com outras situações.

O terceiro momento, também em todas as obras, se construiu na própria inserção dos aspectos teóricos da Cinética Química. Mais uma vez, se pensarmos na sala de aula, podemos inferir que se trata de uma abordagem muito comum, mas também bastante importante no trabalho em sala de aula.

O quarto momento foi evidenciado no livro didático por meio dos exercícios resolvidos, que buscavam o aprimoramento do trabalho da técnica. Em todas as obras, com exceção de LD3, encontramos esse desenvolvimento de modo mais aprofundado. Quando pensamos na sala de aula, de fato, o professor inicia a resolução de tarefas com questões mais simples e a medida que os conteúdos vão sendo apropriados pelos estudantes, surgem técnicas mais complexas.

O quinto momento, marcado pela institucionalização, ou seja, aquilo que de fato deve permanecer na Organização Química, se apresentou de forma muito semelhante nas obras analisadas, em algumas seções intituladas “exercícios essenciais” ou “exercícios de revisão”, ou seja, continham tarefas que os alunos não poderiam deixar de resolver. Em LD4 também achamos interessante um trecho que foi reservado a “sugestão de encaminhamento”, o que consideramos uma forma de direcionar melhor o estudo apontando o que é mais relevante dentro de tudo que foi estudado nos livros didáticos. Acreditamos que essa é uma forma de institucionalizar o saber Cinética Química.

Por fim, o sexto momento, na maior parte das obras analisadas, estava relacionado diretamente ao quinto momento. Apenas LD1 apresentou uma seção denominada de “Questões de Vestibular e ENEM”, e percebemos uma preocupação dos autores em avaliar o conhecimento do aluno a partir de questões de múltipla escolha, uma vez que são essas provas que os alunos irão resolver, e eles precisam estar cientes das diferentes formas que eles podem ser cobrados num processo avaliativo.

Desta forma, mediante o que foi discutido e apresentado a partir do delineamento dos livros didáticos, ficou claro como a TAD apresenta um imenso potencial analítico para o caminho percorrido pelos saberes escolares, fornecendo uma visão mais detalhada do processo de Transposição Didática.

A partir desse delineamento é possível vislumbrar como a Organização Química para o conteúdo de cinética química deve se estabelecer a partir da figura do professor, e é com base na Organização Química e Didática deste capítulo que buscaremos relações com a prática docente do professor Davi, bem como do seu planejamento, buscando observar semelhanças e divergências do que foi observado na análise a priori.

## 4 CAMINHOS METODOLÓGICOS

---

Nossa proposta de investigação possui uma abordagem metodológica de natureza qualitativa, e se pauta na utilização da Teoria Antropológica do Didático como referencial para a elaboração dos critérios necessários à análise dos dados. Esta pesquisa busca analisar a elaboração e aplicação de uma Intervenção Didática baseada na Resolução de Situações-Problema sobre o conteúdo de Cinética Química.

Nossa metodologia está estruturada em **duas etapas**. A **primeira** apresenta como se deu a elaboração e aplicação de um Minicurso de Extensão sobre Situações-Problema para alunos de graduação em Licenciatura em Química que fazem parte do PIBID, alunos de Pós-Graduação e Professores de Química atuantes na Educação Básica, que estivessem ministrando aulas em turmas do 2º Ano do Ensino Médio. A **segunda** etapa apresenta como se deu a elaboração e aplicação da Intervenção Didática pelo professor participante da pesquisa.

Em seguida, apresentamos local da pesquisa, instrumentos utilizados para a coleta de dados e os direcionamentos para análise dos dados. Por fim, sintetizamos em um esquema geral todo o percurso metodológico da pesquisa.

Salientamos que o referido Minicurso deu origem a duas dissertações de mestrado que versam sobre os Fenômenos Didáticos. A outra pesquisa, já defendida, é intitulada “A Dinâmica do Contrato Didático na Elaboração e aplicação de uma Intervenção Didática sobre Calorimetria baseada na Resolução de Situações-Problema”, e é de autoria de Souza (2018), voltada para a análise do Contrato Didático.

### 4.1 Primeira Etapa – Minicurso de Extensão sobre Situações-Problema

O Minicurso de Extensão foi intitulado “Abordando o conhecimento Químico a partir de Situações-Problema” e ocorreu na Sala de Aula do Ambiente Químico, localizado no Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, nos dias 10, 11 e 12 de maio do ano de 2017, tendo uma carga horária total de 15 horas, sendo 10h e 30 min presenciais e 4h e 30 min à distância, e foi ministrado por duas pesquisadoras, na época

mestradas do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da UFRPE.

O Minicurso trabalhou em duas perspectivas: **o ensino**, na qual se buscou instrumentalizar estudantes da graduação em Licenciatura em Química, bem como estudantes de pós-graduação e professores da Educação Básica, para a construção e aplicação de Intervenções Didáticas que têm como base uma Situação-Problema; e **a pesquisa**, pois os dados obtidos no minicurso foram utilizados pelas duas pesquisadoras na elaboração de suas dissertações de mestrado.

#### 4.1.1 Sujeitos dessa etapa da Pesquisa

A escolha dos sujeitos participantes se deu de forma livre e voluntária, a partir de uma lista prévia de interesse na temática. Entramos em contato com esses professores da lista, informando a temática central do minicurso, data, local, horário e o link para inscrição, utilizando o *Google Forms*.

O Minicurso disponibilizou 15 vagas para participação, no entanto, alguns professores não compareceram. Apresentamos, no quadro 19, nome fictício dos oito professores participantes e um breve resumo do perfil profissional:

**Quadro 19:** Perfil dos Professores Participantes.

PROFESSORES	FORMAÇÃO	TEMPO DE EXPERIÊNCIA	TIPO DE EXPERIÊNCIA
Débora	Graduanda em Licenciatura em Química.	1 ano	PIBID/UNICAP
Davi	Graduando em Licenciatura em Química.	3 anos	Educação Básica e Pré-Vestibular
Ester	Graduanda em Licenciatura em Química.	3 anos	Educação Básica e Pré-Vestibular
Mirian	Licenciada em química e Mestra em Ensino das Ciências.	11 anos	Educação Básica
Salomão	Licenciado em Química, Especialização em Ensino de Ciências e Mestrando em Química (PROFQUI).	14 anos	Educação Básica e Pré-Vestibular
Ana	Licencianda em Química.	1 ano	PIBID/UFRPE
Noemi	Licencianda em Química.	1 ano	PIBID/UFRPE
Joquebede	Licencianda em Química.	1 ano e 6 meses	Educação Básica

**Fonte:** Própria.

Os cursistas receberam certificado de participação ao final do Minicurso pela Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

#### 4.1.2 Elaboração do Minicurso

A proposta do Minicurso foi possibilitar a discussão sobre como elaborar e como trabalhar Situações-Problema no Ensino de Química. Para tanto, durante a elaboração do Minicurso, foi pensado um ambiente que permitisse e incentivasse a socialização de experiências, discussões e reflexão dos participantes a respeito dos momentos de condução de atividades desta natureza, bem como a reflexão sobre as possibilidades pedagógicas de sua utilização em sala de aula. Além disso, buscamos promover também, situações em que os participantes atuassem de forma prática na construção do conhecimento sobre as Situações-Problema, a partir da elaboração de uma intervenção didática e da criação de uma Situação-Problema relacionada a um conteúdo de Físico-Química.

O Minicurso foi dividido em três dias e mais a carga horária a distância, totalizando 15 horas de atividades. Todo o planejamento está detalhado no quadro 20.

**Quadro 20:** Planejamento do Minicurso

<b>1º Dia</b>	
<b>Atividades</b>	<b>Objetivos</b>
Boas vindas, apresentações e levantamento das concepções prévias sobre a estratégia de resolução de problemas, com enfoque nas Situações-Problema.	Fornecer um maior envolvimento entre os participantes, fazer um levantamento das expectativas dos envolvidos com relação ao Minicurso e realizar levantamento das concepções prévias sobre a temática.
Abordagem introdutória sobre a estratégias de Resolução de Problemas.	Trabalhar os conceitos de Exercícios, Problemas e Situações-Problema, buscando refletir sobre o papel do professor e do estudante na gestão de um saber a partir da utilização de Situações-Problema no Ensino de Química, apresentando as características gerais dessa abordagem.
Atividade prática	Avaliar a compreensão dos professores sobre o que foi discutido, a partir da tarefa de transformar um exercício em problema.
<b>2º Dia</b>	
<b>Atividades</b>	<b>Objetivos</b>
Breve retomada das discussões do dia anterior.	Trazer possíveis esclarecimentos e preparar o ambiente para o segundo momento do Minicurso.

Abordagem teórica sobre Problemas e Situações-Problema (MEIRIEU, 1998)	Trabalhar a classificação de problemas: quantitativos, qualitativos e pequenas pesquisas, bem como a apresentação das vantagens e desvantagens de cada um desses problemas. Apresentação das definições de Situação-Problema na perspectiva do Meirieu, mostrando exemplos. As múltiplas possibilidades de avaliação: Somativa, diagnóstica e formativa.
Introdução à Elaboração de Uma Situação-Problema.	Proporcionar um contato inicial prático na elaboração de uma Situação-Problema. (APÊNDICE 1)
<b>3º Dia</b>	
<b>Atividades</b>	<b>Objetivos</b>
Elaboração de uma Intervenção Didática baseada na resolução de uma Situação-Problema.	Aplicação do que foi discutido nos momentos anteriores, a partir da elaboração de uma Intervenção Didática centrada na resolução de uma Situação-Problema. (APÊNDICE 1)
Socialização das Situações-Problema e das propostas de Intervenção Didática.	Compartilhar os resultados e principais dificuldades encontradas na elaboração das Situações-Problema e das Intervenções Didáticas.

Fonte: Própria.

#### 4.1.3 Aplicação do Minicurso

A aplicação do Minicurso de Extensão seguiu a sequência proposta no planejamento. Os professores participantes foram organizados em semicírculo e toda explanação foi realizada de forma expositiva e dialogada. Utilizamos como recurso tecnológico um projetor multimídia para apresentação dos slides contendo as ideias principais em discussão com os cursistas.

As duas pesquisadoras que ministraram o curso eram, no momento, mestrandas em Ensino de Ciências e possuíam experiência em sala de aula. Todo o processo de planejamento e organização das atividades do Minicurso contou, também, com a participação ativa dos orientadores desse trabalho.

#### 4.2 Segunda Etapa – A Intervenção Didática do Professor Davi

Nesta seção apresentaremos como se deu a escolha do professor Davi, sujeito dessa segunda etapa da investigação, e como foi realizado o acompanhamento das aulas na sua escola, com a aplicação da Intervenção Didática baseada na resolução de uma Situação-Problema.

#### 4.2.1 Sujeitos da Segunda Etapa da Pesquisa

O presente estudo foi realizado em uma turma do 2º Ano do Ensino Médio em uma escola particular situada na cidade de Moreno, região Metropolitana do Recife, sendo os sujeitos dessa etapa o professor Davi e seus alunos.

O professor Davi foi escolhido para a segunda etapa da pesquisa, a aplicação da intervenção elaborada por ele no Minicurso de Extensão. A escolha se deu em virtude da disponibilidade do professor e da escola em que ele trabalha, que forneceu autorização para a gravação das aulas. Davi é estudante da licenciatura em química do 5º Período, mas leciona a disciplina de Química no Ensino Fundamental, Ensino Médio e Pré-vestibular desde o início da sua graduação.

#### 4.2.2 A Intervenção Didática proposta pelo Professor Davi

O Professor propôs a Intervenção didática seguindo o modelo de planejamento de aula fornecido no Minicurso (Apêndice 1), que ajudou a nortear o seu planejamento de ação com base na proposta da resolução de uma Situação-Problema. A proposta inicial está resumida no quadro 21.

**Quadro 21:** Intervenção Didática Inicial do Professor Davi

<p><b>Identificação da Proposta</b></p>	<p>O público-alvo escolhido foram alunos do 2º Ano do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de Moreno, Pernambuco.</p> <p>O conteúdo escolhido pelo professor foi a Cinética Química, e o objetivo geral da proposta: fazer com que os alunos compreendam os fatores que afetam a velocidade da reação a partir de uma situação do cotidiano.</p>
<p><b>Situação-Problema</b></p>	<p>Semanalmente Paula e suas amigas almoçam juntas para colocar a conversa em dia. O almoço sempre é acompanhado por refrigerante e Paula costumeiramente sente azia. Um dia, conversando com Ana, uma colega de trabalho, Paula relatou como se sentia ao ingerir a bebida e Ana falou que, quando se sentia assim, tomava antiácido. Paula fez o teste e comprou dois comprimidos, tomou o primeiro e esqueceu o segundo no bolso. Quando foi tomar o outro comprimido</p>

	percebeu que ele havia quebrado e, ao colocá-lo na água, percebeu que o tempo de dissolução foi diferente. Com base em seus conhecimentos, discuta qual comprimido se dissolveu mais rápido.
<b>Sistema de Recursos</b>	1º Momento: apresentação da Situação-Problema; aplicação de um questionário individual para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a ação do refrigerante e do comprimido no organismo; apresentação de um vídeo sobre a produção de refrigerante, seguido da discussão de uma notícia sobre o consumo de refrigerante numa determinada população (em grupos).
	2º Momento: aula expositiva e dialogada sobre o conteúdo de Cinética Química, apresentada utilizando um projetor multimídia, com auxílio de um experimento demonstrativo ao final.
	3º Momento: resolução da Situação-Problema, em grupos.

Fonte: Própria.

#### 4.2.3 Aplicação da Intervenção Didática do Professor Davi

Antes da aplicação da intervenção didática, o professor Davi foi convidado pela pesquisadora para um momento de reestruturação da proposta inicial, a fim de realizar alguns ajustes na Intervenção Didática, em especial: as questões para a realização do levantamento das concepções prévias e os ajustes na Situação-Problema. O quadro 22 apresenta a versão final da proposta de Intervenção Didática do Professor Davi.

**Quadro 22:** Intervenção Didática Inicial do Professor Davi

<b>Identificação da Proposta</b>	O público-alvo escolhido foram alunos do 2º Ano do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de Moreno, Pernambuco.  O conteúdo escolhido pelo professor foi a Cinética Química, e o objetivo geral da proposta: fazer com que os alunos compreendam os fatores que afetam a velocidade da reação a partir de uma situação do cotidiano.
<b>Situação-Problema</b>	Paula e Ana almoçavam juntas para colocar a conversa em dia, mas sempre que exageravam nas frituras reclamavam da azia. Paula comprou dois antiácidos: em pó e em comprimido efervescente. Já Ana comprou um comprimido em cápsula e um efervescente. Paula

	<p>observou que a efervescência terminava em tempos distintos. Ana notou que um dos remédios aliviava o incômodo mais rapidamente. Explique os fenômenos, baseados em seus conhecimentos químicos. Existe relação entre os dois fenômenos?</p>
<b>Sistema de Recursos</b>	<p>1º Momento: apresentação da Situação-Problema; aplicação de um questionário individual para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a ação do refrigerante e do comprimido no organismo; apresentação de um vídeo sobre a produção de refrigerante, seguido da discussão de uma notícia sobre o consumo de refrigerante numa determinada população (em grupos).</p> <p>As questões para levantamento das concepções prévias foram: (1) Porque os alimentos são cozidos mais rapidamente numa panela de pressão? (2) Porque a chama do carvão aumenta ao abaná-lo? (3) Para cozinhar o macarrão mais rapidamente é preferível utilizá-lo inteiro ou em pedaços? (4) Porque guardamos alguns alimentos numa geladeira ou freezer? (5) Qual a atuação das enzimas no sistema digestório? (APÊNDICE 3)</p>
	<p>2º Momento: aula expositiva e dialogada sobre o conteúdo de Cinética Química, apresentada utilizando um projetor multimídia, com auxílio de um experimento demonstrativo ao final.</p>
	<p>3º Momento: realização de dois experimentos, um relacionado aos fatores que influenciam a velocidade da reação e outro experimento sobre a atuação dos antiácidos no estômago; resolução da Situação-Problema.</p>

**Fonte:** Própria.

### 4.3 Coleta e Análise dos Dados

A escola em que a Intervenção Didática foi aplicada possui estrutura de pequeno porte e oferece aos moradores da região turmas da Educação Infantil ao Ensino Médio, além de cursos preparatórios para o ENEM. As seis aulas foram realizadas no turno da manhã.

A escolha pelo instrumento de coleta de dados é sempre um elemento que exige do pesquisador um momento de reflexão em relação confiabilidade dos registros e da observação de determinados fenômenos investigados. Por consideramos a sala de aula um local extremamente complexo e de uma

riqueza de dados imensa, em que somente as anotações e a observação não dão conta de registrar todos os elementos necessários para a análise dos dados, com o intuito de manter um rigor metodológico e fidelidade aos acontecimentos reais do momento, optamos pela videogravação.

Este nosso posicionamento pela escolha da videogravação corrobora com o que propõe Loizos (2008), que afirma que o registro em vídeo se torna necessário “sempre que algum conjunto de ações humanas é complexo e difícil de ser descrito compreensivamente por um único observador, enquanto este se desenrola” (p. 149).

É bem verdade que a presença de equipamento de gravação pode distorcer um pouco o comportamento dos estudantes e do professor, como destacam Teixeira e Maciel (2009). Contudo, acreditamos que com o passar do tempo aquele equipamento deixa de ser um destaque no ambiente, em virtude dos tantos outros acontecimentos que preenchem a sala de aula. Todavia, acreditamos que é importante que o pesquisador, enquanto grava as aulas, busque ao máximo não interferir em demasia no ambiente, pois ali, ele não deixa de ser um corpo estranho, ou seja, além da presença do pesquisador ainda existe o equipamento.

Outro elemento importante da videogravação é que esta ferramenta pode favorecer, na etapa das transcrições, lembranças mais confiáveis do momento em que a pesquisa foi realizada. Segundo Duarte (2002), ao transcrever entrevistas e ouvir sua própria voz, o pesquisador pode avaliar criticamente seu desempenho e melhorá-lo gradativamente.

Mediante o que foi exposto, justificamos nossa escolha por este método de coleta de dados, que acreditamos que contribuiu de forma satisfatória para o que pretendíamos dentro desta investigação.

Apresentaremos agora, de forma detalhada, o passo a passo de como realizamos a análise do planejamento da proposta de Intervenção Didática elaborada no Minicurso de Extensão, bem como, a aplicação em sala de aula pelo professor Davi.

### 4.3.1 Critérios para a análise da Organização didática do Planejamento

Para descrever a Organização Didática, identificamos os seis momentos de estudo proposto por Chevallard (1999), descritos na fundamentação teórica, e que nesta pesquisa estabelecemos como nosso critério de análise em relação ao conceito de Cinética Química no planejamento didático do professor, quadro 23.

**Quadro 23:** Critérios para Análise da Organização Didática do Planejamento

<b>Critérios (Momentos de estudo)</b>	<b>Justificativas</b>
Como foi realizado o primeiro encontro com a organização química do conteúdo de Cinética Química?	Verificar a partir do planejamento como o professor pretende introduzir o assunto de cinética química.
Quais os tipos de tarefas considerados pelo professor na abordagem do conteúdo de Cinética Química?	Observar no Planejamento elaborado pelo professor os aspectos que ele julga mais relevante no trabalho intramuros da sala de aula.
Como se dá a elaboração da técnica no planejamento do professor do conteúdo de Cinética Química?	Analisar como o professor planeja a elaboração de técnicas que ajudarão os alunos a fim de que eles consigam resolver as tarefas.
Como o professor constitui o ambiente tecnológico-teórico do conteúdo de cinética química?	Verificar quais são as justificativas esperadas pelo professor e como ele espera que o aluno a construa.
Como foi organizada a institucionalização do conteúdo de cinética química?	Observar quais elementos fizeram parte do estudo em fases anteriores e que foram descartados ou integrados definitivamente a partir da explicitação oficial pelo professor em sala de aula.
Como foi realizado o momento da avaliação do conteúdo de cinética química?	Verificar como o professor estabelece os critérios de avaliação, se no início, durante o processo ou no fim.

Fonte: Própria.

### 4.3.2 Critérios para a análise da Organização Química do Planejamento

No planejamento do professor, nos interessa analisar todas as escolhas do professor com relação as praxeologias, a partir dos critérios elencados no quadro 24.

**Quadro 24:** Critérios para Análise da Organização Química do Planejamento

<b>Critérios</b>	<b>Justificativas</b>
<b>Tarefas</b>	Verificar se são apresentadas de forma clara e se estão bem identificados.
	Identificar se as razões de ser dos tipos de tarefas estão explicitadas ou se aparecem sem motivo válido.

	Verificar quais tipos de tarefas considerados pelo professor são representativos de uma situação química frequentemente encontrada no seu cotidiano.
<b>Técnicas</b>	As técnicas propostas são efetivamente elaboradas ou somente esboçadas.
	Verificar se são de fácil utilização.
	Verificar se são imprescindíveis para a resolução do problema proposto. Ou seja, para a resolução de determinados problemas, só existe uma única forma de fazer?
<b>Tecnologias e/ou pertinência do bloco tecnológico-teórico</b>	Analisar se dado um enunciado, o problema de sua justificativa está somente colocado ou é considerado essencial para a compreensão e resolução do problema.
	Analisar se as formas de justificativas utilizadas são próximas daquelas quimicamente válidas.
	Verificar se as justificativas são adequadas tendo em vista o problema colocado.
	Verificar se os argumentos utilizados são cientificamente válidos.
	Verificar se o resultado tecnológico de uma determinada atividade pode ser explorado e se este possibilita a produção de novas técnicas para resolver novas tarefas.

Fonte: Própria.

A partir dos resultados oriundos desses critérios, acreditamos ser possível fornecer um olhar mais amplo para o que acontece intramuros da sala de aula, ou seja, um olhar mais amplo da Transposição Didática Interna, realizada pelo professor, enquanto trabalha o Saber a Ser Ensinado, transformando-o em Saber Ensinado, possibilitando a reflexão sobre a sua prática docente e sobre os objetivos concernentes ao ensino de determinados conceitos.

Para a análise da observação das aulas foram tomadas as mesmas categorias descritas para a análise do planejamento elaborado pelo professor na primeira etapa desta pesquisa, ou seja, a Organização Didática e a Organização Química sobre o conteúdo de cinética química. No entanto, estes sofreram algumas modificações dados os diferentes objetivos de investigação.

#### **4.3.3 Critérios para a análise da Organização didática das aulas do Professor Davi**

Para Chevallard (1998), a Organização Didática tem como objetivo fazer existir uma relação pessoal com a organização matemática ou modificar a relação já existente com essa organização, ou seja, à medida que o aluno aprende novas formas de resolver determinados problemas (novas técnicas)

que estão relacionadas aos tipos de tarefa estudada, isso amplia sua capacidade cognitiva e o aprendizado acontece. Outro fator que corrobora para a aprendizagem é a ampliação do discurso teórico-tecnológico, tais elementos são estruturantes e essenciais, pois eles são responsáveis por dar “vida” a organização didática.

Para descrever a Organização Didática, identificamos os seis momentos de estudo, proposto por Chevallard (1999), em relação ao conceito de Cinética Química presentes na prática do professor, no quadro 25.

**Quadro 25:** Critérios para Análise da Organização Didática da Aula

<b>Critérios (Momentos de estudo)</b>	<b>Justificativas</b>
Como foi realizado o primeiro encontro com a organização química do conteúdo de Cinética Química?	Verificar como o professor introduzir, de fato, o assunto de cinética química em sala de aula.
Quais os tipos de tarefas considerados pelo professor na abordagem do conteúdo de Cinética Química?	Observar na prática os aspectos que o professor julga mais relevante no trabalho intramuros da sala de aula.
Como se dá a elaboração da técnica no planejamento do professor do conteúdo de Cinética Química?	Verificar como o professor trabalha: O domínio da técnica, a precisão da técnica e como ele possibilita ao aluno a criação de novas técnicas.
Como o professor constitui o ambiente tecnológico-teórico do conteúdo de cinética química?	Verificar quais são as justificativas esperadas pelo professor e como ele espera que o aluno a construa.
Como foi organizada a institucionalização do conteúdo de cinética química?	Observar quais elementos fizeram parte do estudo em fases anteriores e que foram descartados ou integrados definitivamente a partir da explicitação oficial pelo professor em sala de aula.
Como foi realizado o momento da avaliação do conteúdo de cinética química?	Verificar como o professor estabelece os critérios de avaliação, se no início, durante o processo ou no fim.

Fonte: Própria.

#### **4.3.4 Critérios para a análise da Organização Química das aulas do Professor Davi**

Em relação à praxeologia química, seguimos os mesmos critérios adotados para a análise do planejamento do professor. No entanto, aqui ampliamos esse olhar para investigar outras atividades que o professor realizou em sala de aula, a fim de observarmos se as tarefas possibilitaram o uso de outras técnicas e se o bloco tecnológico-teórico perpassa apenas a

problemática inicial sugerida ou envolve outros aspectos do conhecimento químico em foco, e como o professor faz essa relação ao longo das aulas.

Nossa intenção neste momento também é relacionar esses critérios da organização química da prática do professor a relação da Organização Matemática e Organização Química. Nossa proposta é a de que o conhecimento químico carrega em si uma dinâmica própria para o ensino de Química que o difere da matemática. O quadro 26 apresenta os critérios.

**Quadro 26:** Critérios para Análise da Organização Química da Aula

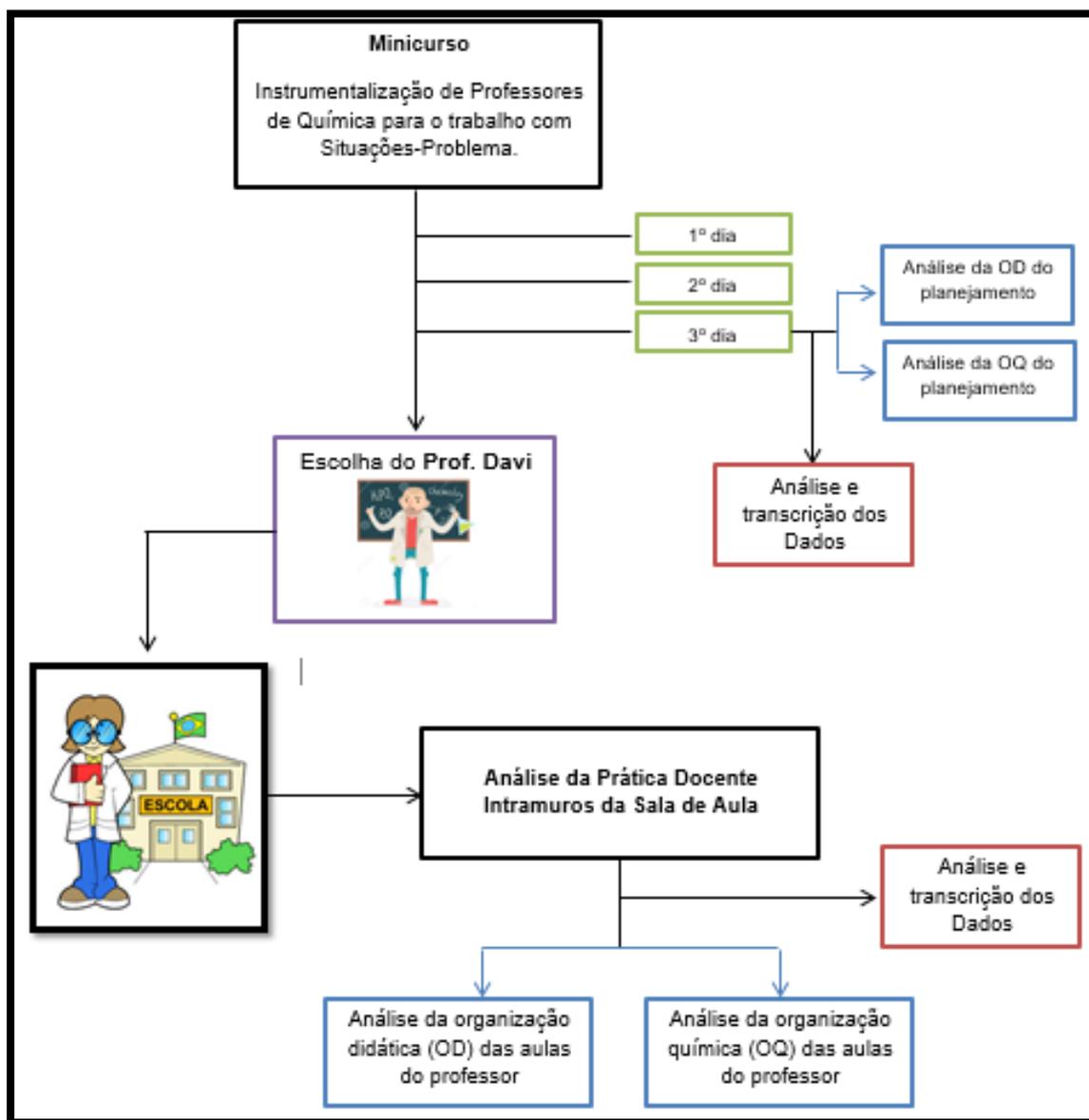
<b>Critérios</b>	<b>Justificativas</b>
<b>Tarefas</b>	Verificar se são apresentadas de forma clara e se estão bem identificados.
	Identificar se as razões de ser dos tipos de tarefas estão explicitadas ou se aparecem sem motivo válido.
	Verificar quais tipos de tarefas considerados pelo professor são representativos de uma situação química frequentemente encontrada no seu cotidiano.
<b>Técnicas</b>	As técnicas propostas são efetivamente elaboradas ou somente esboçadas.
	Verificar se são de fácil utilização.
	Verificar se são imprescindíveis para a resolução do problema proposto. Ou seja, para a resolução de determinados problemas, só existe uma única forma de fazer?
<b>Tecnologias e/ou pertinência do bloco tecnológico-teórico</b>	Analisar se dado um enunciado, o problema de sua justificativa está somente colocado ou é considerado essencial para a compreensão e resolução do problema.
	Analisar se as formas de justificativas utilizadas são próximas daquelas quimicamente válidas.
	Verificar se as justificativas são adequadas tendo em vista o problema colocado.
	Verificar se os argumentos utilizados são cientificamente válidos.
	Verificar se o resultado tecnológico de uma determinada atividade pode ser explorado e se este possibilita a produção de novas técnicas para resolver novas tarefas.

Fonte: Própria

#### 4.4 Esquema Geral do Caminho Metodológico

A figura 13 apresenta um esquema geral da metodologia dessa pesquisa, em formato de fluxograma.

Figura 13: Esquema Geral do Caminho Metodológico



Fonte: Própria

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

Inicialmente gostaríamos de reforçar que os resultados desta dissertação já vêm sendo apresentados desde o capítulo 3, e aqui nesta seção analisaremos a praxeologia do professor, tanto do seu planejamento como da sala de aula, com base em toda a proposição teórico-analítica que realizamos anteriormente.

Nesta seção apresentamos os resultados conforme descrito na metodologia deste trabalho, buscando respostas para o problema que norteia essa dissertação: **Como o professor de química realiza a organização química e didática do saber cinética química a partir de uma Situação-Problema?**

No primeiro momento, apresentamos a análise da Organização Química e didática do planejamento realizado pelo professor, ainda no minicurso sobre Situações-Problema. E, no segundo momento, apresentamos as análises da Organização Química e Didática da prática docente intramuros da sala de aula.

Utilizamos o delineamento praxeológico realizado, a priori, nos livros didáticos a fim de termos um olhar mais amplo para como o conteúdo de Cinética Química é trabalhado pela noosfera e, a partir da TAD, observarmos as tarefas mais recorrentes na prática e no planejamento do professor, bem como, das técnicas, tecnologias e teorias, além de observarmos a Organização Didática desse conteúdo pelos livros didáticos e as semelhanças ou não na prática do professor em sala de aula.

A partir da discussão desses elementos, acreditamos desvelar um olhar mais minucioso para a Organização Química e para a Organização Didática, considerando a prática docente com enfoque em uma abordagem baseada na resolução de uma Situação-Problema, apontando as contribuições que a TAD pode trazer enquanto ferramenta teórico-metodológica para essa investigação, podendo apontar de forma mais precisa os elementos que, de fato, agregam e os que prejudicam o ensino de determinado conceito, neste caso, o de Cinética Química.

## 5.1 Professor Davi – A Organização Química e Didática do Planejamento Didático

Apresentaremos as questões propostas, identificadas ao longo de todo o planejamento do professor, e em seguida apresentamos a descrição praxeológica referente às expectativas da aula do Professor Davi, contidas em seu planejamento, e como ele pretende articular a aula de Cinética Química a estratégia de resolução de uma Situação-Problema.

### 5.1.1 Organização Química do Planejamento

No Planejamento foi possível identificar as questões propostas (QP) pelo professor e a Situação-Problema (SP), apresentadas no quadro 27.

**Quadro 27:** Questões para Levantamento de Concepções Prévias

Legenda	Questões Propostas
QP1	Porque os alimentos são cozidos mais rapidamente numa panela de pressão?
QP2	Porque a chama do carvão aumenta ao abaná-lo?
QP3	Para cozinhar o macarrão mais rapidamente é preferível utilizá-lo inteiro ou em pedaços? Explique
QP4	Porque guardamos alguns alimentos numa geladeira ou freezer?
QP5	Qual a atuação das enzimas no sistema digestório?
SP	Paula e Ana almoçavam juntas para colocar a conversa em dia, mas sempre que exageravam nas frituras reclamavam da azia. Paula comprou dois antiácidos: Em pó e em comprimido efervescente. Já Anna comprou um comprimido em cápsula e um efervescente, Paula observou que a efervescência terminava em tempos distintos. Ana, notou que um dos remédios aliviava o incômodo mais rapidamente. Explique os fenômenos, baseados em seus conhecimentos químicos. Existe relação entre os dois fenômenos?

Fonte: Própria

As questões estão analisadas no quadro 28:

**Quadro 28:** Questões para Levantamento de Concepções Prévias

Questões Propostas	Tipo de Tarefa	Técnica	Elemento Tecnológico /Teórico	Conceitos envolvidos
QP1	$T_5$ – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	$\tau_6$ - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.	Fatores que Influenciam a velocidade de uma reação
QP2	$T_5$ – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	$\tau_6$ - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da concentração possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.	Fatores que Influenciam a velocidade de uma reação
QP3	$T_5$ – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	$\tau_6$ - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da superfície de contato possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.	Fatores que Influenciam a velocidade de uma reação
QP4	$T_5$ – EXPLICAR a mudança na	$\tau_6$ - Identificar qual fator age	A justificativa da técnica se	Fatores que Influenciam a

	velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	sobre o fenômeno acelerando a reação.	baseia na noção de que o aumento da temperatura possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.	velocidade de uma reação
QP5	<b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	<b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que por meio do catalisador a reação se processaria mais rapidamente.	Fatores que Influenciam a velocidade de uma reação
SP	<b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	<b>τ<sub>6</sub></b> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	A justificativa da técnica se baseia na noção de que por meio da superfície de contato a reação se processaria mais rapidamente em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.	Fatores que Influenciam a velocidade de uma reação

Fonte: Própria

### Considerações Gerais sobre os Tipos de Tarefas (T)

Observamos que as tarefas escolhidas pelo professor para essa etapa buscam, de forma geral, relacionar o conhecimento do cotidiano ao conhecimento científico, no entanto, observamos uma ênfase muito grande no planejamento apenas para os fatores que influenciam a velocidade de uma reação. Outro fator observado foi com relação a tarefa que abordava a questão das enzimas enquanto catalisadores biológicos, que se restringe a uma abordagem simplificada dos catalisadores, ou seja, não foi colocada nenhuma tarefa que envolvesse diagramas que buscassem o desenvolvimento de uma interpretação gráfica e quantitativa da ação dos catalisadores numa reação química, e também não foram trabalhados outros catalisadores.

Acreditamos que as tarefas estão bem identificadas e foram representativas e pertinentes dentro de uma perspectiva de introdução do conteúdo a ser ministrado, ou seja, possibilitam uma reflexão introdutória interessante, mas que o professor não deve se ater apenas a isso, mas deve, ao longo das aulas, apresentar outras tarefas que necessitem, inclusive, de outras formas de resolução, que trabalhe outras técnicas.

Consideramos as tarefas apresentadas bastante similares às identificadas no delineamento praxeológico dos livros didáticos, realizado a priori.

### Considerações Gerais sobre as Técnicas ( $\tau$ )

No Planejamento do professor identificamos uma única técnica na resolução dos tipos de tarefas. Observamos que, como se trata de tarefas abertas, o aluno precisa justificar suas respostas, desse modo a linha de raciocínio que a questão exige na sua resolução é a mesma. Essa técnica consiste em determinar o fator que é capaz de acelerar a reação, aumentando a probabilidade de colisões efetivas.

Acreditamos que, para um melhor aproveitamento do estudante, se faz necessário a utilização de outros tipos de tarefas, que possibilitem a utilização de outras técnicas, pois esses diferentes modos de fazer, pode ampliar seu

olhar e fazer com que o estudante pense em novas formas de resolução sem se prender a um mesmo modo ou formato de resolução.

### Considerações Gerais sobre o Bloco Tecnológico-Teórico

Com relação ao bloco tecnológico-teórico, entendemos que a justificativa da técnica se baseia na noção de que, por meio de uma maior superfície de contato, da temperatura, da concentração dos reagentes ou do catalisador, é possível uma condição em que se favorecem mais colisões efetivas por unidade de tempo. Essa justificativa se fundamenta por meio de representações simbólicas ou experiências reais do cotidiano, mais comuns nas representações da concentração, superfície de contato e da temperatura, e gráficas, mais comuns nos catalisadores, a partir do abaixamento da energia de ativação.

Pelo que observamos, as justificativas utilizadas estão próximas das validadas, pois estas são utilizadas, inclusive, para justificar outros fenômenos similares, ou seja, possuem credibilidade e aceitabilidade dentro da perspectiva que estão sendo utilizadas. Acreditamos também que as justificativas são adequadas tendo em vista o problema colocado.

#### **5.1.2 Organização Didática do Planejamento**

Analisaremos as intenções do professor concernentes ao seu planejamento de aula, buscando indícios dos elementos constitutivos dos momentos didáticos propostos por Chevallard.

#### 1º MOMENTO - Como será realizado o primeiro encontro com a organização química do conteúdo de Cinética Química?

A partir do Planejamento, observamos que a expectativa do primeiro encontro com a atividade química é de iniciar com a aplicação de um questionário para levantamento das concepções prévias dos estudantes, bem como proporcionar o primeiro contato com a Situação-Problema, conforme

podemos observar no recorte da fala do Professor Davi, quadro 29, ainda no Minicurso, apresentando um pouco da sua proposta para o primeiro momento.

**Quadro 29:** Recorte da fala dos professores no Minicurso.

**Professor Davi e P3:** "...primeiro, aplicação de um questionário individual pra concepção prévia dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto e apresentação da situação-problema... eu... a gente acha que em uma aula é suficiente pra... até porque a situação-problema não vai ser tão discutida, né? Porque a gente precisa ver primeiro (inaudível) referentes ao questionário.[...]"

Fonte: Própria.

Observamos, neste primeiro momento, uma preocupação do professor em verificar o que os estudantes pensam ou sabem a respeito da Cinética Química, para que a partir daí, traçar todo o seu trabalho em sala de aula. Essa abordagem inicial é interessante, pois possibilita reflexões iniciais sobre o quanto a química está presente no cotidiano dos alunos, além de apresentar situações em que a Cinética Química aparece, instigando os alunos sobre o que será estudado mais à frente.

Essa iniciativa corrobora com a proposta da abordagem baseada na resolução de problemas, em que, conforme Pozo (1998), as concepções prévias dos alunos não se tratam de simples informações do seu dia a dia, mas são representações da sua realidade, fundamentadas em experiências mais diretas. A partir dessa compreensão o professor pode melhorar, manter ou readaptar o seu planejamento de aula.

Outro ponto que colocamos sobre esse momento inicial é que o contato inicial com a Situação-Problema pode favorecer o debate em sala e a construção do pensamento crítico, uma vez que ele buscará soluções para problemas que talvez ele possa se deparar na sua vida real.

## 2º MOMENTO - Quais os tipos de tarefas a serem consideradas pelo professor na abordagem do conteúdo de Cinética Química?

Pelo que pudemos observar da Organização Química apresentada anteriormente, os tipos de tarefas considerados pelo professor em seu planejamento estão prioritariamente focando na mudança da velocidade a partir

de outras variáveis, o que se enquadra no tipo de tarefa 5 ( $T_5$ ), identificado no delineamento a priori.

Entendemos que os tipos de tarefas selecionados pelo professor para os alunos possibilitam um diálogo entre teoria e prática, aguçando a curiosidade sobre o conteúdo a ser estudado, contribuindo para melhor compreensão da ideia de que a química apresenta relação com o cotidiano para os alunos. No entanto, segundo os pressupostos da TAD, podemos afirmar que as tarefas propostas trabalham sob uma mesma tipologia de tarefa, ao exigir do aluno explicações sobre os diferentes fenômenos.

Podemos dizer que o verbo **explicar** é a voz de comando das tarefas propostas. Para Chevallard (1999, p.2) os tipos de tarefa supõem um objeto relativamente preciso, conforme a tarefa. Ou seja, aqui entendemos que o aluno quando se depara com a tarefa, ele precisa compreender o que precisa ser feito.

Entendemos também que em um primeiro contato, o aluno tentará resolver o problema de acordo com as suas experiências e vivências primeiras, mas a partir da inferência do professor, a Organização Química vai se estabelecendo, a fim de que o conhecimento químico associado a esses fenômenos comece a ganhar forma, uma vez que envolvem noções mais abstratas a nível microscópico, como por exemplo, o comportamento das partículas e moléculas envolvidas no aumento ou diminuição da temperatura nos fenômenos descritos, daí as teorias associadas começam a dar forma a esse pensamento, teoria das colisões, energia de ativação, complexo ativado, entre outras.

### 3º MOMENTO - Como se dá a elaboração da técnica no planejamento do professor do conteúdo de Cinética Química?

Acreditamos que a elaboração da técnica se inicia no planejamento, a partir das questões propostas, em que, após os alunos compreenderem o que está sendo solicitado, eles começarão a pensar formas de resolver as tarefas.

Observamos que a técnica 6 ( $\tau_6$ ) é a única exigida na resolução das tarefas, uma vez que exige dos estudantes apenas que eles sejam capazes de

identificar qual fator age para acelerar a reação. Como vimos no delineamento a priori, essa técnica consiste em determinar o fator que é capaz de acelerar a reação aumentando a probabilidade de colisões efetivas.

#### 4º MOMENTO - Como o professor constitui o ambiente tecnológico-teórico do conteúdo de cinética química?

Este momento está relacionado a institucionalização da técnica quando o estudante justifica os fenômenos ocorridos explorando outros conceitos que envolvem a teoria das colisões, na qual a orientação favorável e energias maiores irão promover colisões mais eficazes e o aumento da velocidade das reações.

Deste modo, entendemos que o trabalho da técnica pode ser melhor fundamentado e embasado por meio desse aporte tecnológico-teórico que envolve também as próprias representações microscópicas das colisões, além das energias necessárias para a ocorrência das reações.

#### 5º MOMENTO - Como foi organizada a institucionalização do conteúdo de cinética química?

No Planejamento não foi possível extrair os elementos que comprovem esse momento, acreditamos que essa foi pensada na forma de explanação do conteúdo de Cinética Química, de forma expositiva ou expositiva dialogada.

#### 6º MOMENTO - Como foi realizado o momento da avaliação do conteúdo de cinética química?

No Planejamento o professor explica que a avaliação se dará de forma contínua, por isso, acreditamos existir uma coerência entre o que foi discutido no Minicurso, as ideias de Meirieu (1998) de três formas de avaliação para as Situações-problema, a saber: diagnóstica, formativa e somativa.

## **5.2 Professor Davi – A Organização Química e Didática da Sala de Aula**

Apresentaremos a descrição praxeológica referente às tarefas trabalhadas na aula do Professor Davi e como ele articulou a aula de Cinética Química a estratégia didática baseada na resolução de uma Situação-Problema.

### **5.2.1 Organização Química da Sala de Aula**

Observamos, na prática da explanação do Conteúdo de Cinética Química, que o professor retoma as questões propostas para levantamento das concepções prévias dos alunos, conforme planejamento, e apresenta a Situação-Problema em seguida.

A partir da prática propriamente dita, observamos a existência de exigências específicas para a resolução da Situação-Problema, que aqui consideramos como sendo técnicas inerentes à SP. O quadro 30 apresenta a praxeologia descrita.

Quadro 30: Praxeologia para a Situação-Problema					
Situação-Problema (SP)	Tipo de Tarefa (T)	Técnicas ( $\tau$ )	Técnicas inerentes à SP ( $\tau$ )	Elemento Tecnológico-Teórico	Conceitos Envolvidos
Paula e Ana almoçavam juntas para colocar a conversa em dia, mas sempre que exageravam nas frituras reclamavam da azia. Paula comprou dois antiácidos: Em pó e em comprimido efervescente. Já Anna comprou um comprimido em cápsula e um efervescente, Paula observou que a efervescência terminava em tempos distintos. Ana, notou que um dos remédios aliviava o incômodo mais rapidamente. Explique os fenômenos, baseados em seus conhecimentos químicos. Existe relação entre os dois fenômenos?	<b>T<sub>5</sub></b> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.	$\tau_6$ - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formular hipóteses para resolução da Situação-Problema;</li> <li>- Discutir em grupo;</li> <li>- Construir em grupo à solução do problema.</li> </ul>	A justificativa da técnica se baseia na noção de que por meio da superfície de contato a reação se processaria mais rapidamente em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.	Fatores que influenciam a velocidade de uma reação.

Fonte: Própria

O quadro 30 apresenta as praxeologias relativas a Situação-Problema. Conforme vimos anteriormente, a SP apresenta um único tipo de tarefa e mobilizou uma única técnica necessária à sua resolução em si, no entanto, percebemos outras técnicas inerentes à própria SP responsáveis por desenvolver nos estudantes outras habilidades, como o trabalho em grupo, o desenvolvimento do pensamento crítico, a criação de hipóteses, o que comprova que o professor utilizou de fato a Situação-Problema como estratégia didática em sala de aula.

Chamamos atenção e reforçamos a importância que, para uma discussão realmente válida e relevante nos grupos, a SP deve conter uma situação em que novas possibilidades possam emergir, pois neste caso, apesar de termos uma única tarefa, a técnica necessária para a resolução do problema é relativamente simples, e isso pode desencadear discussões rasas, até mesmo levando os estudantes a tomarem outros caminhos que fujam da proposta inicial. Deste modo, o sistema de restrição (MEIRIEU, 1998) e mediação do professor é crucial para que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados.

Outra tarefa identificada na prática docente foi a realização de uma atividade experimental elaborada pelo professor para trabalhar os fatores que alteram a velocidade de uma reação química, analisada no quadro 31.

**Quadro 31:** Praxeologia para a atividade experimental

Questões da Experiência	Tipo de tarefa	Técnica	Elemento tecnológico-Teórico	Conceitos envolvidos
<p>Sobre o experimento onde se variou a temperatura da água. Responda:</p> <p>A) Em qual dos recipientes a reação terminou primeiro?</p> <p>B) A velocidade da reação foi influenciada pela temperatura da água:</p> <p>C) Como o fator verificado com o experimento influencia a velocidade de uma reação?</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da temperatura possibilita uma maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que influenciam a velocidade de uma reação.</p>
<p>Com base no experimento sobre superfície de contato, responda:</p> <p>A) A reação de decomposição do comprimido se processa com igual velocidade em cada béquer?</p> <p>B) Porque ocorreu essa diferença de velocidade na reação entre as duas partes do comprimido?</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que por meio da superfície de contato a reação se processaria mais rapidamente em virtude da maior probabilidade de colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que influenciam a velocidade de uma reação.</p>

<p>Fundamentando-se no experimento acerca da concentração dos reagentes, responda:</p> <p>A) Houve variação na quantidade de reagente utilizada em cada reação?</p> <p>B) Essa variação afetou a velocidade da reação? Como se observou isso?</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que o aumento da concentração possibilita mais colisões efetivas.</p>	<p>Fatores que influenciam a velocidade de uma reação.</p>
<p>Acerca do experimento e da discussão sobre catalisador, responda:</p> <p>A) A solução de peróxido de hidrogênio, utilizada no experimento, ao ser exposta à luz, sofre uma reação de decomposição conhecida como fotólise. Escreva a equação que representa esse fenômeno:</p> <p>B) De que forma foi evidenciada a ocorrência dessa reação?</p> <p>C) Em qual dos tubos de ensaio a reação foi mais intensa?</p> <p>D) O pedaço de batata utilizado para o experimento poderia ser reaproveitado? Justifique.</p>	<p><math>T_5</math> – EXPLICAR a mudança na velocidade a partir da modificação de outras variáveis.</p>	<p><math>\tau_6</math> - Identificar qual fator age sobre o fenômeno acelerando a reação.</p>	<p>A justificativa da técnica se baseia na noção de que por meio do catalisador a reação se processaria mais rapidamente.</p>	<p>Fatores que influenciam a velocidade de uma reação.</p>

Fonte: Própria

É possível observar que as questões relacionadas à atividade experimental também passaram os fatores que influenciam na velocidade de uma reação. Identificamos os mesmos tipos de tarefas e as mesmas técnicas necessárias à resolução da problemática.

#### Considerações Gerais sobre os Tipos de Tarefas (T)

Observamos que todas as tarefas trabalhadas pelo professor em sala de aula buscaram relacionar o conhecimento do cotidiano ao conhecimento científico, conforme previsto no planejamento, mas percebemos que, de fato, houve uma supervalorização na prática para o conceito que envolve os fatores que influenciam a velocidade de uma reação, o que consideramos prejudicial, pois outros tipos de tarefas poderiam ser abordados, como a velocidade média de uma reação e a teoria das colisões, conforme pudemos extrair do delineamento praxeológico dos livros didáticos, questões consideradas igualmente importantes, pois desenvolveriam uma visão mais ampla do conceito em relação aos níveis microscópicos e simbólicos, e também quantitativos, com a utilização de fórmulas e das próprias equações químicas, considerando o coeficiente estequiométrico, além de trabalhar a interpretação gráfica quando estas envolvem dados da concentração por unidade de tempo. Consideramos todos esses elementos a serem trabalhados na Cinética Química essenciais, e na abordagem da sala de aula eles não foram identificados.

Com relação às tarefas identificadas na atividade experimental, observamos que elas estavam bem identificadas, foram representativas e pertinentes dentro de uma perspectiva inicial, mas não para todo o trabalho do Conteúdo de Cinética Química.

#### Considerações Gerais sobre as Técnicas ( $\tau$ )

Na prática, identificamos que uma única técnica foi utilizada na resolução dos tipos de tarefas em sala de aula. Todas as questões trabalhadas em sala de aula foram do tipo aberta, o que favorece o olhar do professor no que diz respeito ao compromisso do aluno na resolução da tarefa, o

discernimento que ele teve na compreensão do que foi solicitado, bem como a adequação de resposta, além de ser possível entender os caminhos que o aluno buscou para solucionar o problema. É bem verdade que o resultado final é importante, no entanto, o processo em que a tarefa foi executada, ou seja, sua técnica é, igualmente, importante.

Consideramos que a técnica proposta precisou ser elaborada, uma vez que, como já mencionado, as tarefas apresentam caráter aberto, logo a resolução precisa ser construída pelo aluno. No entanto, classificamos a técnica como de fácil utilização, pois a identificação do fator que altera a velocidade da reação muitas vezes está explícita no enunciado, então, só é necessário associar esse fator a como ele altera a velocidade da reação.

Aqui reforçamos a importância da utilização de outros tipos de tarefas, pois elas podem induzir a utilização de outras técnicas, que enriquecerão e promoverão uma diversidade maior de estratégias na resolução de problemas.

### Considerações Gerais sobre o Bloco Tecnológico-Teórico

Com relação ao bloco tecnológico-teórico, analisamos os enunciados das tarefas propostas e consideramos que todos foram considerados essenciais para a compreensão e resolução do problema.

Pelo que observamos, as justificativas utilizadas estão próximas das válidas, pois são utilizadas, inclusive, para justificar outros fenômenos similares, como já mencionamos nas considerações sobre o planejamento. Possuem justificativas adequadas tendo em vista o problema colocado. Contudo, percebemos que os resultados tecnológicos das atividades envolvidas só possibilitaram a produção de novas técnicas, no momento da aplicação da Situação-Problema.

### **5.2.2 Organização Didática da Sala de Aula**

Descreveremos, a seguir, a Organização Didática a partir dos seis momentos de estudo propostos por Chevallard (1999). Salientamos que esses momentos não acontecem em uma sequência linear. Aqui apresentaremos os

resultados sequenciados, a fim de facilitar a exposição e discussão dos recortes extraídos da aula do professor Davi.

### 1º MOMENTO - Como foi realizado o primeiro encontro com a organização química do conteúdo de Cinética Química?

O momento inicial aconteceu conforme previsto no planejamento. O professor iniciou aplicando um questionário de cinco questões que tinha como objetivo o levantamento das concepções prévias dos alunos sobre o conteúdo de Cinética Química. Conforme recorte da fala do professor, quadro 32.

#### **Quadro 32:** Recorte da Aula 1 e 2.

<p><b>Professor Davi:</b> “(...) Óh, nesse primeiro momento, vocês vão responder a algumas perguntinhas, certo? Com base no cotidiano de vocês, na experiência de vocês tá Ok?! Certo?! Não precisa olhar para o coleguinha... faça com base no seu cotidiano, agora...”.</p>
---

Fonte: Própria.

O levantamento das concepções prévias é um fator importante na abordagem inicial do conteúdo, pois conforme Gondim e Mendes (2007), esse conhecimento das ideias prévias dos alunos:

Se torna essencial para o desenvolvimento de metodologias e estratégias de ensino, no sentido de promover a evolução conceitual e potencializar o entendimento das concepções cientificamente aceitas (GONDIM e MENDES, 2007, p.2).

Ou seja, identificar as concepções dos estudantes é fundamental para o processo de ensino e de aprendizagem, pois ao conhecê-las é possível planejar e organizar as atividades a serem desenvolvidas com os estudantes, sendo uma forma também de conhecer o que os alunos sabem e pensam a respeito do assunto e/ou do tema.

Neste primeiro encontro com a Organização Química do conteúdo de Cinética Química, outro fator que nos chama a atenção é que o professor inicia o trabalho a partir das questões, uma discussão sobre os fatores que influenciam na velocidade da reação, ou seja, uma abordagem que se distancia um pouco da proposta dos livros didáticos, que iniciam a discussão a partir dos conceitos de velocidade média de uma reação. Conforme recortes da aula a

seguir, quadro 33, em que o professor discute o efeito da temperatura, da superfície de contato e do catalisador, por exemplo:

**Quadro 33:** Recorte da Aula 1 e 2.

**Professor Davi:** “...A temperatura aumentou... o que foi que aconteceu com o grau de interação entre as moléculas, o grau de agitação, o que foi que aconteceu?”

[...]

**Professor Davi:** “Cozido mais rápido! Tá certo?! **Porque o grau de agitação devido ao aumento da temperatura... Como o grau de agitação aumentou né?! Por meio do aumento da temperatura, o alimento foi cozido mais rápido!** [...]

[...]

**Professor Davi:** “[...] Óh, vamos lá... **Quando a gente parte o macarrão, a gente aumenta o contato dele com quem?**”

[...]

**Professor Davi:** “(...) Vamos imaginar uma situação? A gente tem uma maçã fora da geladeira e temos uma... é, vamos lá?! **Eu parti uma maçã tá?! Estou imaginando a seguinte situação, eu vou comer uma maçã, estava perto do almoço... peguei essa minha maçã e coloquei na geladeira e o outro pedaço coloquei na pia, que era o que ia comer, só que daí, eu fui atender o telefone, fui fazer qualquer coisa... esqueci! Quando eu volto, aquela maçã está como?**”

**Professor Davi:** “CATALISADOR! O catalisador na química seria aquele agente que entra na reação, participa, só acelerando a reação, ajudando né?! Como a gente poderia dizer... e depois ele sai da reação! Certo?! Mas ele não fica ali, ele não interage... Ele só facilita o processo! Tá certo?! Foi difícil? Sim ou não?!”

Fonte: Própria.

A partir da discussão construída por meio das questões é que o professor, de forma ainda muito tímida, começa a trabalhar a compreensão da velocidade de uma reação química, em perspectiva mais qualitativa, ou seja, sem apresentar fórmulas ou equações matemáticas. Conforme recorte no quadro 34.

**Quadro 34:** Recorte da Aula 1 e 2.

**Professor Davi:** “Mas a gente tá trabalhando dentro da seguinte ideia de que as vezes a gente coloca a fruta e deixa ela lá “cem anos” na geladeira e ela fica ruim... não acontece isso?! E a gente estava trabalhando aqui agora que é bom colocar na geladeira porquê? Conserva! O que foi que aconteceu?”

[...]

**Professor Davi:** “A gente retarda né não?! É, foi bem nesse caminho... vocês foram bem nesse caminho, articularam muito bem, só estava faltando essa palavra! Ou, quando eu coloco esse alimento na geladeira o que é que acontece? Eu **RETARDO** essa proliferação de bactérias não é isso? **Aí trazendo para a química, a velocidade que as bactérias iam consumir aquele alimento e degradá-lo vai acontecer em maior ou menor velocidade se ele estiver na geladeira?**”

Fonte: Própria.

Após a resolução das questões e discussão introdutória, o professor apresenta a Situação-Problema a fim de que os estudantes tenham um primeiro contato, conforme quadro 35.

**Quadro 35:** Recorte da Aula 1 e 2.

**Professor Davi:** “(...) Agora, nós vamos para uma partezinha onde vocês vão ser separados, e a gente vai fazer o primeiro contato com a Situação-Problema! Nesse primeiro contato com a Situação-Problema vocês vão imaginar... Vocês vão fazer a leitura disso aqui e aqui tem uma perguntinha tá?! e nessa pergunta vocês vão imaginar como a gente pode fazer para solucionar. Neste momento,  **você vai separar o seu grupo e a gente só vai formular, pensar hipóteses tá?! Os caminhos... os possíveis caminhos que poderíamos criar! (...)**”

Fonte: Própria

O primeiro contato com a SP leva o estudante a pensar e especular as possíveis soluções para o problema, além de promover engajamento para o que será estudado mais à frente. Essa liberdade criativa fornecida pela Situação-Problema é uma forma de desenvolver nos estudantes uma consciência mais ativa no processo de aprendizagem, buscando superar posturas mais tradicionais.

Outro fator observado nesse momento inicial da aula é que o professor busca reproduzir fielmente o que foi planejado. Acreditamos que este momento também se configura em uma relação institucional entre a pesquisadora e o professor, que aplica a estratégia didática, uma vez que o professor, para ser o “bom sujeito”, busca realizar o que foi vivenciado no Minicurso, pois uma vez que a pesquisadora é uma das ministrantes, ele acredita que ela estará avaliando a execução dessa estratégia inicialmente planejada, conforme podemos verificar no quadro 36.

**Quadro 36:** Registro da Aula 1 e 2.

**Professor Davi:** “Então, vejam só, nós agora vamos entrar no conteúdo de cinética, e em decorrência de eu ter participado de um curso que foi oferecido na Universidade Federal Rural de Pernambuco por Larissa e Priscila certo? que são alunas do Mestrado de Ensino das Ciências lá da Rural... Então, **elas ministraram esse minicurso e no decorrer do curso nós fizemos uma proposta de situação-problema, onde essa situação ela foi melhorada, e resolvemos aplicar** como coleta de dados para a dissertação delas certo?! **Então como acordo e consentimento de todos e todas que acordaram participar nós vamos começar a sequência didática para a resolução da situação-problema ok?! [...]**”

Fonte: Própria

Ou seja, acreditamos que além da expectativa de aprendizagem pelo aluno, o professor tenha a expectativa que a execução da estratégia didática aconteça conforme o planejado, para que a situação didática tenha se estabelecido com êxito.

2º MOMENTO - Quais foram as tarefas consideradas pelo professor na abordagem do conteúdo de Cinética Química?

Os tipos de tarefas considerados pelo professor foram os mesmos identificados no planejamento. Observamos que houve uma centralização com relação ao tipo de tarefa trabalhado com os alunos, tipos de tarefas que perpassam apenas explicações sobre a mudança na velocidade a partir de outras variáveis, enquadradas no tipo de tarefa 5 (T<sub>5</sub>), identificado por nós no delineamento a priori.

Entendemos que as tarefas selecionadas pelo professor possibilitam um diálogo entre teoria e prática, aguçando a curiosidade sobre o conteúdo a ser estudado, contribuindo para uma visão da química como algo presente no cotidiano dos alunos. No entanto, entendemos também que trabalhar um único tipo de tarefa pode ser prejudicial para o estudante, pois ele não terá a oportunidade de trabalhar outras técnicas inerentes aos tipos de tarefas propostos.

A noção de tipo de tarefa supõe para Chevallard (1999) um objeto relativamente preciso, ou seja, o aluno quando se deparar com a tarefa precisa compreender o que deve ser feito. No tipo de tarefa identificado na prática

docente, o verbo “explicar” é, de forma geral, a voz de comando mais utilizada. Ainda, a tarefa aberta possibilita esse tipo de comando, no entanto, acreditamos que esta não deve ser a única forma de estimular a aprendizagem dos conceitos químicos.

Entendemos também, que num primeiro contato, o aluno tentará resolver o problema de acordo com as suas experiências e vivências, mas a partir da inferência do professor, a Organização Química vai se estabelecendo, a fim de que o conhecimento químico associado a esses fenômenos comece a ganhar um olhar mais próximo do científico, uma vez que envolvem noções mais abstratas, a nível microscópico, como por exemplo o comportamento das partículas e moléculas envolvidas no aumento ou diminuição da temperatura nos fenômenos descritos, e aí as teorias associadas começam a dar forma a esse pensamento, teoria das colisões, na discussão sobre energia de ativação e complexo ativado, como podemos verificar no quadro 37.

**Quadro 37:** Recorte da Aula 1 e 2.

**Professor Davi:** “...A temperatura aumentou... **o que foi que aconteceu com o grau de interação entre as moléculas, o grau de agitação**, o que foi que aconteceu?”

[...]

**Professor Davi:** “Cozido mais rápido! Tá certo?! Porque o grau de agitação devido ao aumento da temperatura... **Como o grau de agitação aumentou né?! Por meio do aumento da temperatura, o alimento foi cozido mais rápido! OK?!**”

[...]

**Professor Davi:** “[...] Por que a chama do carvão aumenta ao abaná-lo? Óh, **imagine que você está naquela situação**, e o que é que tem... qual é o fator... **quando você abana existe algo que aumenta sei lá...** Você pense nessas condições pra resolver o problema! Na questão visual? O que é que poderia influenciar aí? Tá certo?”

Fonte: Própria

A seguir, no quadro 38 destacamos alguns tipos de tarefas que caracterizam a estratégia didática.

**Quadro 38:** Recorte da Aula 5 e 6.

**Professor Davi:** Nesse primeiro momento, **vocês vão fazer a leitura em grupo** e vão anotar aqui: Eu acho que devia resolver dessa maneira... dessa... vai pensando cada um... cada um pode ter uma opinião diferente e a gente vai conservar isso! Tá certo?! Se dessa situação

problema emergir vocês falarem várias soluções, vocês precisam anotar todas essas alternativas... Pode ter mais de uma alternativa, tá ok? Então a gente vai anotar todas as contribuições aí!

[...]

**Professor Davi:** O que foi que eu conversei com vocês? Que o que **a gente vai analisar também é a participação de vocês tá certo?! É...** O esforço que você teve em pensar pra responder a essas perguntas com base no seu cotidiano e das suas vivências... Lembrem do que eu disse... **procurem escrever muito**, se você se “prende” na forma de dizer alguma coisa, as vezes quando você escreve muito aí a gente consegue compreender o contexto ok?! Vamos lá!

Fonte: Própria

Observando essas instruções dadas pelo professor para a resolução da Situação-Problema, entendemos que na sala de aula existem tarefas que são inerentes aos aspectos conceituais do conteúdo ministrado, mas também existem tarefas que perpassam os aspectos didáticos, e isso estrutura de fato a Organização Química e Didática do processo.

### 3º MOMENTO - Como se deu a elaboração da técnica na aula do professor do conteúdo de Cinética Química?

A elaboração da técnica perpassou apenas a identificação dos fatores que agem sobre o fenômeno acelerando a reação, técnica identificada no nosso delineamento a priori, como ( $\tau_6$ ), como podemos verificar no quadro 39.

**Quadro 39:** Recorte da Aula 3 e 4.

**Professor Davi:** “[...] Quando vocês forem resolver, pensem na situação... [...] Por que a chama do carvão aumenta ao abaná-lo? Óh, **imagine que você está naquela situação**, e o que é que tem... qual é o fator... Quando você abana **existe algo que aumenta** sei lá... Você **pense nessas condições pra resolver o problema! Na questão visual?** O que é que poderia influenciar aí? Tá certo?”

Fonte: Própria

No recorte apresentado no quadro 39, observamos que o professor buscou levar os estudantes a imaginar a situação, a analisar o que provoca, neste caso, o aumento da chama do carvão. Algo que é muito comum no

ensino de química, uma vez que a química é uma ciência abstrata, logo, a ideia de levar o estudante a imaginar, a pensar o fenômeno, é muito recorrente na fala dos professores.

A seguir, no quadro 40, observamos que o professor buscou trabalhar a técnica com os alunos sobre enzimas, partindo de situações do cotidiano, ou seja, trazendo algo que eles conhecem e estão familiarizados, até chegar à definição de catalisador.

**Quadro 40:** Recorte da Aula 5 e 6.

**Professor Davi:** [...]Aqui seria bom a professora Juliana pra responder! Qual a atuação das enzimas no sistema digestório?

**A3:** Absorve os nutrientes!

**Professor Davi:** Absorve os nutrientes... o quê mais? Teve alguém que colocou o nome “ajuda” aqui... Esse nome “ajuda” foi legal!

[Silêncio]

**Professor Davi:** Esse nome “ajuda” foi um bom... ajuda... ajuda... teve gente que foi bem... foi num caminho legal! Essa palavrinha “ajuda” que colocaram aqui ela é bem interessante pra essa discussão... dessa questão! E aí?!

[Silêncio]

**Professor Davi:** Vamos lá... A gente tem o alimento... Porque é que a gente precisa do alimento? O que é que tem no alimento?

**Alunos:** Os nutrientes... Vitaminas!

**Professor Davi:** Os nutrientes, as vitaminas e lá lá lá... Pronto, vamos lá... Tem as fontes que nós precisamos para sobreviver, precisamos dele (do alimento) por causa dessas fontes! Então, quando nós comemos, as enzimas elas atuam como?

[Silêncio]

**Professor Davi:** Vejam, pensem comigo! A enzima ela tem nutriente?

**A8:** tem!

**A5:** Não!

**Professor Davi:** Se... se... oh! Se não precisasse de nada, a gente não precisava comer né?! Se as enzimas, elas... é... Não precisassem de nada, a gente não precisava se alimentar! A gente se alimenta porque a gente tira da onde os nutrientes? As fontes que precisamos?

**Alunos:** Do alimento!

**Professor Davi:** Do alimento né?! Aí vamos lá... as enzimas, elas pegam esses alimentos e fazem o quê?

**Alunos:** Absorve!

**A3:** Absorve os nutrientes!

**Professor Davi:** Ela que absorve os nutrientes? Talvez, talvez, a palavra que vocês estejam utilizando é... no final do contexto ela... a gente possa compreender o que vocês estão

querendo dizer, mas essa palavra aí seria “ajuda”... e aí? Óh! Vamos lá! Absorve! A enzima pega o alimento pra quê? Pra ela né? Oxeee... e o resto do corpo vai passar como?

**A1:** Ela conduz...

**Professor Davi:** Elas conduzem... Óh! Tá chegando!

**A1:** Eu acho que elas vão transportar os nutrientes... é... que o corpo precisa!

**Professor Davi:** Elas o quê?

**A1:** Elas vão transportar todos os nutrientes que o corpo precisa!

**Professor Davi:** Elas vão transportar TODOS os alimentos que o corpo precisa né isso?! Óh, vamos lá! As enzimas elas pegam o alimento, retiram os nutrientes deles e mandam pra onde?

[Silêncio]

**Professor Davi:** E mandam pra onde?

**A:** [inaldível]

**Professor Davi:** Pra onde Manu?

**A3:** Para o organismo né?!

**Professor Davi:** Para o organismo né? Para o corpo como um todo! Óh, pergunto... a enzima ela ficou com os nutrientes para ela? Ela ficou com os nutrientes para ela?

**Alunos:** Não!

**Professor Davi:** Por que não?!

**A2:** Ficou pra ela e, não ficou pra ela né?

**Professor Davi:** Como?! Não entendi!

**A3:** Metade!

**A2:** Não! Eu acho que...

**A3:** Ela absorver e meio que espalhou o resto para as demais partes do corpo que é necessária!

**Professor Davi:** Ela pegou aquele alimento né?! Fez todo processo, e distribuiu e mandou todos os nutrientes para todo o corpo, então, a gente come o alimento por que a gente quer os nutrientes né?! O importante do alimento é o nutriente... Então, essa enzima atua como?! Ajudando nesse processo de quê?! De obtenção de nutrientes, então... quimicamente, se nós nos remetêssemos aos conhecimentos químicos agora, nós teríamos a enzima com um papel de quê? CA-TA-LI-SA...

**Alunos:** DOR!

**Professor Davi:** CATALISADOR! O catalisador na química seria aquele agente que entra na reação, participa, só acelerando a reação, ajudando né?! Como a gente poderia dizer... e depois ele sai da reação! Certo?! Mas ele não fica ali, ele não interage... Ele só facilita o processo! Tá certo?! Foi difícil? Sim ou não?!

Fonte: Própria

Ou seja, observamos que o professor busca fazer com que os alunos compreendam o papel das enzimas no organismo, para a partir daí apresentar e comparar a ação das enzimas aos outros tipos de catalisadores.

#### 4º MOMENTO - Como o professor constituiu o ambiente tecnológico-teórico do conteúdo de cinética química?

Observamos que a constituição do ambiente tecnológico-teórico na aula do professor se desenvolveu no momento da própria compreensão, pela qual os fatores que alteram a velocidade de uma reação química agem de modo a acelerar a reação, em virtude de uma maior probabilidade de colisões efetivas. Neste momento, as representações atômicas nas colisões, representadas por meio de imagens, se configuram em elementos tecnológicos que justificam a técnica utilizada para solucionar os problemas. Ainda, a teoria que fundamenta a própria Cinética Química se torna elemento estruturante para que o aluno relacione os fenômenos do cotidiano às teorias científicas que possuem uma razão de ser, uma vez que podem ser comprovadas.

#### 5º MOMENTO - Como foi organizada a institucionalização do conteúdo de cinética química?

Para Gálvez (1996), na institucionalização o professor procura não fazer intervenções de forma direta, ou seja, ele se limita a orientações quando julgar necessário, para evitar possíveis bloqueios. Em seguida, o professor pode assumir uma postura de maior ação, e aqui ele estabelece quais dos conhecimentos obtidos são relevantes e quais serão descartados.

Na sala de aula, acreditamos que há uma busca pela institucionalização do conteúdo de cinética química, não somente a partir da resolução das tarefas, mas também no momento em que o professor, no fechamento do conteúdo, procura verificar o que de fato ficou consolidado como aprendizagem para o aluno, como no quadro 41, a seguir.

**Quadro 41:** Recorte da Aula 3 e 4.

**Professor Davi:** E aí, vamos fazer um agrupamento? Os pontos que cada um conseguiu captar da aula de hoje!

**A1:** Aquele negócio dos catalisadores e aquele negócio da energia de ativação...

**Professor Davi:** A diferença do catalisador e da energia de ativação é o quê?

**A1:** O catalisador ele vai acelerar o processo lá, já a energia ela vai iniciar.

**Professor Davi:** Esqueci de dizer... o catalisador, para cada reação eu tenho um catalisador específico, tá certo? Não é uma substância que eu utilize para todas as substâncias não! Tá certo? Cada reação ela tem um catalisador específico!

**A3:** A energia de ativação é essencial o catalisador não!

**Professor Davi:** Por quê?

**A3:** Porque senão a reação não chega no complexo ativado!

**Professor Davi:** Se eu não chego no complexo ativado eu não chego aonde?

**A3:** No produto!

**Professor Davi:** Se eu não formo produto, eu tenho reação?

**A3:** Não!

**Professor Davi:** Eu não tenho reação! Certo? O que mais?

**A3:** Velocidade média

**Professor Davi:** Sobre a velocidade! E aí José Tiago?

[Silêncio]

**Professor Davi:** Sobre os fatores que a gente viu?

**A3:** Concentração, tempo, velocidade...

**Professor Davi:** Velocidade média... só que a minha velocidade é igual a da física?

**A3:** Não!

**Professor Davi:** Aqui a gente trata a velocidade de quem?

**A3:** das reações!

**Professor Davi:** Das reações! Onde, a gente estabelece uma relação de quem com quem?

**A3 e A2:** Da concentração final menos a contração inicial dividido pelo tempo final menos o tempo inicial...

**Professor Davi:** Certo! Deixa eu ver mais... E os fatores? A gente estudou quais fatores que alteram a velocidade da reação?

**A3 e A1:** Temperatura

**Professor Davi:** Eu aumentar, eu diminuir vai acontecer algo totalmente diferente, porque a gente viu na questão dos alimentos... o que mais? A CONCENTRAÇÃO! Quando a gente trabalhou aquela questão lá que abanava e aumentava a concentração de que?

**Alunos:** de oxigênio!

**Professor Davi:** Por isso... de quem aumentava?

**Alunos:** das chamas!

**Professor Davi:** O quê mais?

[Silêncio]

**Professor Davi:** Superfície de contato!

**A3:** O exemplo do macarrão!

**A1:** Quanto maior a área de contato mais rápido vai ser o processo!

**Professor Davi:** Quanto maior o contato né?

**A1:** É!

**Professor Davi:** Eu me esqueci de falar, eu não coloquei aí, mas com relação ao estado físico, é um fator que vai influenciar na velocidade da reação?

**Alunos:** Sim!

**A3:** Porque no sólido as moléculas estão mais juntas e no estado gasoso as moléculas estão mais separadas...

**Professor Davi:** Então, a gente tem o estado sólido onde as moléculas estão bem juntas né? No líquido existe algo intermediário... E, no gasoso, elas estão bem espalhadas... As colisões, para eu ter uma velocidade mais rápida, é interessante que determinada substância esteja em que estado?

**A3:** Sólida?! Porque a concentração é maior?

**Professor Davi:** Como é que ela vai colidir? Óh, digamos que tu tenhas dois comprimidos... tem como colocar os dois para colidirem? Digamos que eu precise tomar os dois juntos... sei lá! Algo desse tipo... eu tenho dois sólidos, como eu vou colocar os dois para interagir?

**A1:** É... dissolvendo ele?

**Professor Davi:** Dissolvendo eles né? E digamos que eu tenha dois comprimidos que sejam efervescentes e eu tenha que tomar os dois juntos, então, eu vou ter que o que? Que DISSOLVER ELES! Quando eu dissolvo o que é que acontece? Há?

**A3:** Vai para o estado líquido!

**Professor Davi:** Vai para o estado líquido! O que é que vai acontecer? As interações entre eles vão aumentar ou vão diminuir?

**A1:** Vão aumentar!

**Professor Davi:** As colisões entre aqueles comprimidos vão aumentar no estado líquido, então, o que é que a gente percebe? Que no estado acontecia?

**A3:** Não!

**Professor Davi:** Então, o sólido... com relação aos estados físicos... No sólido as reações se processam de maneira bem devagar, no líquido eu tenho algo intermediário e no gasoso é bem interessante, pois a reação se processa de forma mais rápida tá certo? Por isso que a gente tem aí o oxigênio né? Ou, o ar, uma mistura né dos gases, certo? O que mais?

**A1:** Só!

Fonte: A Pesquisa.

Observamos que, neste momento, o professor traz os conceitos julgados mais importantes, nessa abordagem inicial da aula, que foram as noções de velocidade média da reação, os fatores que alteram a velocidade das reações e a teoria das colisões, que discutem também a energia de ativação e

complexo ativado. No entanto, chamamos a atenção para a abordagem superficial e simplista de cada um desses tópicos ao longo da aula. Não foram trabalhados gráficos, equações químicas ou cálculos matemáticos que envolvessem a velocidade média de uma reação, ou seja, percebemos uma abordagem mais qualitativa da Cinética Química. No entanto, observamos que o tópico sobre os fatores que alteram a velocidade de uma reação foi tratado com maior riqueza de detalhes, sendo dele o maior tempo de abordagem na sala de aula.

Esse momento da institucionalização coincide com o primeiro momento, e aqui observamos que o destaque para os fatores que alteram a velocidade de uma reação também foi mais recorrente. Podemos observar que há uma ênfase para um ensino mais teoricista, enfatizando esse tópico do conteúdo de cinética química.

Brousseau (1996a) fundamenta a importância dessa fase da institucionalização para a apropriação dos saberes pelo aluno, uma vez que um novo conhecimento pode surgir dessa sucessão de novas perguntas e respostas. Aqui, chamamos a atenção para o fato de que este momento claramente se configura uma oportunidade de o aluno tirar suas dúvidas e reforçar o que ele vivenciou e aprendeu durante a aula.

#### 6º MOMENTO - Como foi realizado o momento da avaliação do conteúdo de cinética química?

No momento inicial da aula, o professor explica que só faria avaliação escrita caso houvesse necessidade, ou seja, entendemos que o professor buscou fazer uma avaliação processual com os alunos, conforme recorte no quadro 42.

#### **Quadro 42:** Recorte da Aula 1 e 2.

<p><b>Professor Davi:</b> Eu não sei se eu conversei com vocês... Não eu não conversei... Depois que terminar todo esse trabalho SE houver a necessidade, SE eu sentir necessidade de no decorrer dessas discussões de fazer uma avaliação escrita, nós faremos, mas se a gente for respondendo tudo bem, então a gente não faz a avaliação escrita de cinética tá certo?! Porque a gente já tá fazendo essa avaliação... Já vai fazer essa avaliação de forma parcelada tá</p>
---

certo? Mas se houver algum desvio no processo aí a gente faz prova escrita!

Fonte: Própria

Esse tipo de avaliação é interessante, pois considera todo o processo e não apenas o produto final, como a avaliação dita tradicional ou apenas somativa. Chamamos a atenção para o fato de que a avaliação apenas do produto final, puramente somativa, é tipo de avaliação ainda mais comum nas escolas, e quando esse formato não é utilizado, os alunos vibram, pois julgam estar “livres” de uma avaliação mais rígida, desconsiderando que o mais importante é a aprendizagem adquirida ao longo de todo processo. No quadro 43 destacamos a pergunta do aluno A3 e, em seguida, o professor Davi esclarece a metodologia priorizada.

**Quadro 43:** Recorte da Aula 1 e 2.

**A3:** Então, professor, se ocorrer tudo bem a gente não vai fazer prova escrita?

**Professor Davi:** Já que vocês trouxeram essa questão de que, se ocorrer tudo bem a gente não vai fazer prova escrita... NÃO ENTENDEM ASSIM?! É só se realmente a gente tiver necessidade! Se a gente ver que o processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo a gente conseguiu obter êxito a gente não faz, se precisar a gente retoma alguns aspectos teóricos e faz alguma avaliação certo?!

Fonte: Própria

Em consonância com Meirieu (1998), que sugere três formas de avaliação para as Situações-Problema, diagnóstica, formativa e somativa, observamos que o professor Davi utilizou a avaliação diagnóstica, no início da aula quando realiza a aplicação do questionário para levantamento das concepções prévias dos alunos, formativa, uma vez que é realizada ao longo do processo, sendo contínua e possibilitando ao professor verificar se os objetivos foram alcançados, podendo interferir no que pode estar comprometendo a aprendizagem, e também somativa, pois as respostas dadas as Situações-Problema podem ser consideradas como avaliação somativa.

Durante os três encontros, observamos que ao final o professor utilizou uma ficha contendo o procedimento de alguns experimentos, bem como algumas questões que os alunos deveriam resolver de acordo com a prática experimental. Observamos que no título da ficha estava escrito “**I Verificação**

**de Aprendizagem**”, o que caracteriza, para nós, também parte de uma avaliação formativa. Chamamos a atenção para o fato da avaliação só conter questões sobre os fatores que influenciam a velocidade da reação.

Em seguida o professor Davi faz uma relação dessa atividade com a Situação-Problema e entrega uma ficha definitiva para que os alunos resolva, conforme quadro 44.

**Quadro 44:** Recorte da Aula 5 e 6.

**Professor Davi:** Certo? Então, nós discutimos quais fatores que influenciam a velocidade da reação? TEMPERATURA, CONCENTRAÇÃO, SUPERFÍCIE DE CONTATO e CATALISADOR! Certo? Nós vimos esses quatro fatores! Observação... observação não... agora, lembram daquele problema? Da Situação-Problema que foi mostrado pra vocês inicialmente? Bel faltou nesse dia! Que vocês tiveram o primeiro contato e formularam suas hipóteses? Podem me entregar suas fichinhas!

[...]

**Professor Davi:** Agora, vocês vão retomar aquela Situação-Problema para dar o veredito né? Qual o caminho que vocês acham que a Situação-Problema... que lá na situação é o caminho para se resolver o problema?!

Fonte: Própria.

Ao fim da aula, após os alunos discutirem nos grupos a Situação-Problema, o professor faz o fechamento, quadro 45, que acreditamos também ser um momento de institucionalização.

**Quadro 45:** Recorte da Aula 5 e 6.

**Professor Davi:** Oh, pessoal... vamos lá! Em resumo, o que é que nós temos na Situação-Problema? Essa Situação-Problema o que é que aconteceu? O fenômeno que estava envolvido foi qual?

**Alunos:** A superfície de contato!

**Professor Davi:** O ponto em comum! Só que... em um, a gente analisava a superfície de contato EXTERNAMENTE que era o comprimido em pó e o efervescente... o em pó quando eu colocasse na água ela ia dissolver mais rápido do que o efervescente, tipo o sonrisal... e o segundo, era você ingerir... a Ana ingeriu a cápsula e o comprimido efervescente e viu que um surtia efeito mais rápido, que foi qual? O EFERVESCENTE! PORQUE? Como ele se dissolveu... ele estava DISSOLVIDO... Ele estava líquido né? Então, quando ele interagiu com o organismo a ação foi mais rápida! A reação se processou de maneira mais rápida, tá certo?

**Alunos:** Certo!

**Professor Davi:** Então, se vocês... Eu percebi que nas discussões dos grupos... em ambos os

grupos conseguiram chegar a essa conclusão, isso faz com que nós consigamos perceber que vocês conseguiram é... ultrapassar o obstáculo que a gente propôs nessa Situação-Problema tá certo?

**Alunos:** Certo!

Fonte: Própria.

Fazendo um contraste entre a análise dos livros didáticos e agora da sala de aula, podemos observar que as tarefas sugeridas pelo professor, de fato, direcionaram os alunos a desenvolverem uma única técnica na busca pela solução dos problemas, todas elas associadas aos fatores que podem alterar a velocidade de uma reação. Foi possível perceber que estas estavam em conformidade com os manuais de ensino e também com o planejamento elaborado por ele. No entanto, acreditamos que outros resultados poderiam ter emergido, se outras Situações-Problema fossem trabalhadas a fim de estimular e explorar os outros conhecimentos que perpassam a Cinética Química, proporcionando o uso de outras técnicas e desenvolvendo outras habilidades concernentes a este saber.

## 6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

---

Esse trabalho de dissertação investigou como um professor de química realizou a Organização Química e Organização Didática do saber Cinética Química a partir de intervenção didática centrada na resolução de uma Situação-Problema.

O nosso intuito foi analisar como se dava a construção da Organização Química e da Organização Didática da aula de um professor, Davi, quando ele utiliza uma estratégia de ensino diferente do ensino dito tradicional. Por isso, tomamos por base o planejamento do professor, produto final de um Minicurso de extensão ofertado para melhor desenvolvimento dessa estratégia em sala de aula, e a aplicação dessa intervenção, centrada na resolução de uma Situação-Problema, que foi construída pelo professor. A Teoria Antropológica do Didático (TAD) foi o nosso principal aporte teórico/metodológica para a análise dos dados, e deste modo, foi possível descrever e analisar a Organização Química e a Organização Didática de todo o processo.

Em virtude da TAD ser uma teoria bastante disseminada na área da Matemática, resolvemos realizar um levantamento bibliográfico, a fim de compreendermos como as pesquisas com a TAD estão sendo desenvolvidas no Ensino das Ciências (Física, Biologia e Química), para assim situar nossa pesquisa.

Com relação ao levantamento bibliográfico, foi possível perceber que os trabalhos que envolvem a TAD no campo das Ciências, com ênfase para o Ensino de Química, são praticamente inexistentes, o que mostrou um campo aberto de possibilidades, e ao mesmo tempo apontou o quanto ainda precisamos explorar essa teoria enquanto ferramenta teórico/metodológica para uma melhor compreensão dos fenômenos didáticos que vão emergir na sala de aula e assim investigar a Organização Química de outros conceitos, para que seja possível um olhar minucioso da Transposição Didática Interna e de outros fenômenos que possam emergir na sala de aula, e assim, realizar inferências mais direcionadas de modo a contribuir na melhoria e na qualidade do ensino de química.

Com relação ao Minicurso ofertado, acreditamos que este proporcionou, tanto aos participantes quanto as pesquisadoras, um ganho considerável em relação aos aspectos conceituais da abordagem baseada na resolução de Situações-Problema, uma vez que esses aspectos foram bastante discutidos durante o Minicurso. Também observamos um ganho em relação aos aspectos práticos, uma vez que as atividades desenvolvidas no Minicurso, como a conversão de exercícios em problemas, a elaboração de uma Situação-Problema e da intervenção didática elaborada para aplicação em sala de aula, possibilitaram uma nova perspectiva da prática docente, no que diz respeito à utilização de outras estratégias didáticas que buscam colocar os estudantes em situação central no processo de aprendizagem e terem uma participação mais ativa.

Inferimos que um professor que nunca aplicou tal estratégia em sala de aula pode, inicialmente, se deparar com algumas dificuldades no início, mas com o passar do tempo, à experiência adquirida fará com que ele consiga ajustar os possíveis problemas na execução e aprimorar o seu trabalho em sala de aula.

Para uma melhor compreensão da Organização Química e Organização Didática, realizamos um delineamento à priori, utilizando quatro livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD de 2015, que nos forneceu um panorama geral de como o ensino de Cinética Química é desenvolvido nos manuais de ensino, e conseqüentemente, dar a possibilidade de contrastar com a prática do professor. A partir desse delineamento, foi possível perceber melhor os tipos de tarefas mais trabalhados, quais as técnicas são necessárias para a resolução dessas tarefas, e como as tecnologias justificavam o uso das técnicas, além de compreender acerca das teorias que fundamentavam todo o conhecimento químico envolvido.

Com relação aos tipos de tarefas, identificamos oito tipos nos livros didáticos analisados, mas na prática do Professor Davi, apenas um tipo de tarefa foi explorado em sala de aula. Acreditamos que a Situação-Problema elaborada pelo professor possuía uma ênfase nos fatores que influenciavam a velocidade da reação, o que contribuiu para que o professor norteasse sua aula apenas em torno desse tópico do conteúdo de Cinética Química. Ou seja,

entendemos que houve uma coerência entre o Planejamento didático do professor e sua prática, aquilo que o professor se planejou em executar foi, de fato, realizado, mas algumas lacunas foram percebidas e que comprometeram o ensino de Cinética Química, a partir do momento em que apenas os fatores que alteram a velocidade da reação são priorizados na prática. Acreditamos que a utilização de outras Situações-Problemas poderiam suprir a necessidade com relação aos outros aspectos conceituais do conteúdo, mas apenas uma SP foi trabalhada. Salientamos que no encontro direcionado com o Professor Davi, buscamos ajudá-lo nos ajustes de algumas atividades e da própria Situação-Problema elaborada por ele, mas não tínhamos a intenção de interferir nas suas escolhas.

Consideramos prejudicial essa abordagem, pois a Cinética Química envolve aspectos quantitativos e qualitativos na percepção das velocidades dos processos químicos que levarão tempos distintos para se processarem. No entanto, apenas os aspectos qualitativos e macroscópicos foram trabalhados na sala de aula. Os outros aspectos foram trabalhados de forma bastante superficial e com poucos exemplos, que não possibilitaram o trabalho de outras técnicas.

Identificamos dez técnicas nos livros didáticos, mas apenas uma técnica foi identificada na aplicação da intervenção do Professor Davi, determinar os fatores capazes de modificar a velocidade da reação química.

Como se tratavam de questões abertas, o estudante precisava justificar suas respostas, algo extremamente relevante, pois o aluno desenvolve habilidades de escrita e argumentação. Reforçamos que outras formas de fazer possibilitariam outros ganhos também, como a realização de cálculos sobre a velocidade das reações sob diferentes perspectivas, seja utilizando a fórmula da velocidade média das reações, ou gráficos, ou equações químicas e suas relações com os coeficientes estequiométricos, além de uma compreensão atômica do processo, com questões sobre colisões efetivas e não efetivas, a partir das representações simbólicas.

Acreditamos que para um melhor aproveitamento do estudante, outros tipos de tarefas conduziram a utilização de outras técnicas, e esses diferentes

modos de fazer, fariam com que o estudante ampliasse seu olhar e pudesse, inclusive, pensar em novas formas de resolução, sem se prender a um mesmo modo ou formato de resolução.

Sobre a Situação-Problema, identificamos em nossa pesquisa técnicas específicas inerentes à sua resolução, e constatamos que estas, de fato, são responsáveis por desenvolver habilidades que perpassam o pensamento crítico, o trabalho em grupo e a interatividade entre os alunos, algo bastante positivo.

Acreditamos que a utilização de uma Situação-Problema enquanto estratégia didática é bastante interessante para o trabalho em sala de aula, no entanto, as impressões obtidas a partir dos resultados da análise do planejamento e da prática, é que a Situação-Problema norteou a prática do professor para uma ênfase maior nos fatores que podem influenciar na velocidade das reações. Chamamos a atenção para o fato de que o professor precisa ficar atento, para que durante a construção e fornecimento dos subsídios necessários à resolução do problema, não haja uma centralização apenas dos conceitos inerentes ao problema em si, pois desta forma haverá uma limitação conceitual que poderá prejudicar o aluno.

Finalizamos nossas considerações dizendo que acreditamos que este trabalho de dissertação se configura numa proposta ousada e inovadora, no sentido de trazer uma discussão que mostra a existência de uma organização típica do ensino de Química, ao mesmo tempo em que também aponta que outras áreas possuem organizações bem específicas dada a sua historicidade que reflete diretamente, inclusive na sua dinâmica de trabalho em sala de aula. Chevallard não limitou a TAD à matemática, mas aqui discutimos um pouco como essas diferenças de áreas de conhecimento constroem essas diferentes organizações, no nosso caso, química e didática.

Temos plena consciência que este trabalho se configura em um olhar inicial, em uma tentativa de mostrar que a TAD pode ser uma ferramenta para investigações no Ensino de Química, e que ainda há muito para se aprofundar, melhorar e adaptar essa ferramenta analítica para o ensino de ciências, e aqui damos ênfase para o ensino de química.

## REFERÊNCIAS

---

ALMEIDA, V. V.; BONAFÉ, E. G.; STEVANATO, F. B.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; Catalisando a Hidrólise da Ureia em Urina. **Química Nova na Escola**, n. 28, p.42-46, maio, 2008.

ALMOULOU, S. AG. **Fundamentos da Didática da Matemática**. Curitiba: Ed. UFPR. 2010.

ARAUJO, A. J. **O ensino de Álgebra no Brasil e na França: um estudo sobre o ensino de equações do 1º grau à luz da teoria antropológica do didático**. Tese de doutorado, UFPE, 2009.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Campinas, SP: Papyrus, 1990.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida e o Meio Ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BARBOSA, E. J. T.; LINS, A. F.; **Teoria Antropológica do Didático: Uma Análise Sobre Equação do Primeiro Grau em Livros Didáticos**, In. X Encontro Nacional de Educação Matemática (X ENEM), Salvador, BA, 2010.

BARBOSA, E. J. T.; **Praxeologia do Professor: Análise Comparativa com os Documentos Oficiais e do Livro Didático no Ensino de Equações Polinomiais do Primeiro Grau**. 2017. Tese de Doutorado (Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

BARBOSA, G.; MENEGHETTI, R.C.G., **Filosofia da Matemática do Quase-Empirismo e História da Matemática: Traçando Algumas Considerações Sobre o Ensino de Graduação em Matemática**. X Encontro Nacional de Educação Matemática (X ENEM), Salvador, BA, 2010.

BARROS, A. T.; JUNQUEIRA, R. D.. **A elaboração do projeto de pesquisa.** In: DUARTE, Jorge & BARROS, Antônio Teixeira (org.). Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação. São Paulo, Atlas, 2011.

BASTOS, B.L.G.B.; BASTOS FILHO, J.B.. **Conflito entre Escolas de Pensamento da Matemática:** Exploração de Potencialidades para a Melhoria dos Ensinos da Matemática e da Física, Investigações em Ensino de Ciências – V8(1), pp. 53-90, 2003.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. **O que pensam os professores de química do ensino médio sobre o conceito de problema e exercício.** In: VII ENPEC- ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M.; **A Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria.** R. B. E. C. T., vol 7, núm. 1, jan-abr. 2014.

BESSA DE MENEZES, M. **Praxeologia do professor e do aluno: uma análise das diferenças no ensino de equações de 2º grau.** 178f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, UFPE, Recife, 2010.

BOSCH, M.; CHEVALLARD, Y. **La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique.** Recherches em Didactique des Mathématiques. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v.19, n. 1, p.77-124, 1999.

BOYER, C. B. (2010). **História da Matemática** (Prefácio de Isaac Asimov revista por Uta C. Merzbach. Tradução: Elza F. Gomide, 3ª ed.). São Paulo:Blücher.

BRANCO, E. P.; BRANCO, A. B. G.; IWASSE, L.F.A.; ZANATTA, S.C.; **Uma Visão Crítica Sobre a Implantação da Base Nacional Comum Curricular em Consonância com a Reforma do Ensino Médio.** Debates em educação. Vol. 10, Nº. 21, Maio/Ago. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC\\_19mar2018\\_-versaofinal.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC_19mar2018_-versaofinal.pdf) Acesso em 10/03/2019.

BRITO MENEZES, A. P. A. **Contrato Didático e Transposição Didática: Inter-relações entre os Fenômenos Didáticos na Iniciação à Álgebra na 6ª série do Ensino Fundamental**. Recife, 2006. Tese (Doutorado em Educação). Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherche en didactique des mathématiques**, Grenoble, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

BROWN, T., LEMAY, H.E., **Química: A ciência central**, 9ª ed, Pearson Prentice Hall, 2005.

CÂMARA DOS SANTOS, M. O professor e o tempo. **Tópicos Educacionais**. v. 15, ns. 1/2, p. 105-116, 1997.

CANNE, D. V. Uma análise praxeológica das tarefas referentes à abordagem de área e perímetro nos anos finais do ensino fundamental, **Dissertação** (Mestrado), Universidade Cruzeiro do Sul, SP, 2015.

CHACON, A. M. A.; La gestion de la mémoire didactique par le professeur dans l'enseignement secondaire des mathématiques: Étude du micro-cadre institutionnel em France et au Costa Rica. **THÈSES Du Doctorat De L'université De Toulouse Délivré par l'Université Toulouse III – Paul Sabatier em Didactique des Disciplines Scientifiques et Technologiques Spécialité: Didactique Des Mathématiques**. 2008.

CHEVALLARD, Y. **Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique**. In *Recherches en Didactique des Mathématiques* 12(1). Grenoble: La Pensée Sauvage. 1992.

CHEVALLARD, Y. **El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico.** Recherches en Didactique des Mathématiques. Vol 19, nº 2, 1999.

CHEVALLARD, Y. Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: L'approche anthropologique. **Actes de I.U.E. de la Rochelle.** 1998.

CHEVALARD, Y. **La Transposición Didáctica.** Buenos Ayres: 1991.

CHEVALLARD, Y. **Organiser l'étude.** 3. Écologie & régulation. Actes de la XI école d'été de didactique. Grenoble: La Pensée Sauvage, 2002.

COSTA, C. F. **Por que resolver problemas na educação matemática? Uma contribuição da escola de Gestalt.** Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

DINIZ, D. M. A.; SIMÕES NETO, J. E.; SILVA, F. C. V.; **Uma Análise da Transposição Didática das Reações Químicas,** Revista de Educação, Ciências e Matemática v.5 n.2 mai/ago 2015.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de Pesquisa,** São Paulo, n. 115, p. 139-154, mar. 2002.

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender.** In: POZO, J. I. (Org.). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 13-42.

EVES, H. (2004). **Introdução à história da matemática.** Campinas, SP: Editora da Unicamp.

FUSARI, J. C.. **O planejamento do trabalho pedagógico: algumas indagações e tentativas de respostas.** Disponível em: [http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_08\\_p044-053\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_08_p044-053_c.pdf). Acesso em 14/04/2018.

GASCÓN, J. La Necesidad de utilizar modelos em didáctica de las matemáticas. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 5, n. 2, 2003, p. 11-37.

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. Tradução Antônio Correia. Coimbra: Armênio Amado Editora, 1980.

KÖHNLEIN, J.F.K; PEDUZZI, L.O.Q.. **Sobre a Concepção Empirista-Indutivista no Ensino de Ciências**, VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (VIII EPEF), 2002.

LEITE, L.; AFONSO, A. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão**. Boletim das Ciências, 48, p. 253-260, 2001.

LEMOS, F.; **A Questão Epistemológica do Pesquisador que Pesquisa dentro da sua Organização**. III INTERPROGRAMAS – XVI SECOMUNICA DIVERSIDADE E ADVERSIDADES: O INCOMUM NA COMUNICAÇÃO, UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA. BRASÍLIA, DF, 2017.

LEITE, B.; LEÃO, M. C.; **A Contribuição das Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação Continuada de Professores: Um Estudo de Caso em um Curso de Especialização no Ensino de Química**. In. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias, Girona, 2013.

LIBÂNIO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais e profissão docente**. São Paulo: Cortez, 1998.

LISBÔA, J. C. F.; **QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química**. Vol. 37, Nº Especial 2, p. 198-202, DEZEMBRO 2015.

LOPES, J. B. Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégia de ensino-aprendizagem. Lisboa: Texto, 1994.

LOIZOS, P. **Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa**. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Orgs.). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 137-155.

LOUREIRO, D.Z.; KLÜBER, T.E.. **As escolas do Formalismo, Logicismo e Intuicionismo: Um olhar para o Ensino de Matemática**, XIV Conferência Interamericana de Educação Matemática, XIV CIAEM, Tuxtia Gutiérrez, Chiapas, México, 2015.

MACHADO, V. M.; **Prática de estudo de Ciências: formação inicial docente na Unidade Pedagógica sobre a digestão humana**, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2011.

MENEGHETTI, R.C.G. **Pensando uma filosofia da educação Matemática à luz da história e da filosofia da Matemática**. In: \_\_\_\_\_. (Org.). Educação Matemática: vivências refletidas. São Paulo: Centauro, 2006.

MENEGHETTI, R. C.; **O Intuitivo e o Lógico no Conhecimento Matemático: análise de uma proposta pedagógica em relação a abordagens filosóficas atuais e ao contexto educacional da matemática**. Bolema, 22(32), 161 – 188. Rio Claro – SP, 2009.

MERTENSEN, M.; Praxeology as a tool for the analysis of a science museum exhibit. pp. 217-224. In Bosch, M. (Eds.) **Um panorama de la TAD**. Centre de Recerca Matemática, Campus de Bella-Terra Barcelona, 2011. ISSN: 2014-2323. Eletrônica: 2014-2331. III Congreso Internacional sobre la TAD (Sant Hilari Sacalm, 25-29 enero 2010).

MENDES, H. L.; **Análise praxeológica de livros didáticos de matemática: o caso dos números binários**. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.19, n.1, 423-444, 2017.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** trad. Vanise Dresh – 7. ed. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 193p.

MONDINI, F. (2008). **O logicismo, o formalismo e o intuicionismo e seus diferentes modos de pensar a matemática**. In XII EBRAPEM, 2008, Rio Claro. Anais do XII Ebrapem.

NEVES, K. C. R.; BARROS, R. M. O. **Diferentes olhares acerca da transposição didática. Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.1, p.103–115, 2011.

OKI, M.C.M., **Possibilitando o conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos** : um estudo de caso numa disciplina do curso de química da UFBA, Teses de Doutorado, 2006.

PACHECO, M.B.; ANDREIS, G.S.L.; **Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. Revista Principia, Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, Nº 38, João Pessoa, 2018.**

PAZ, G. L.; PACHECO, H. F.; **Dificuldades no Ensino-Aprendizagem de Química no Ensino Médio em Algumas Escolas Públicas da Região Sudeste de Teresina. 8º Simpósio Brasileiro de Educação Química. SIMPEQUI, Natal, RN, 2010.**

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a Resolução de Problemas no Ensino da Física. In. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v. 14, n.3, p. 229-253, 1997.

PEREIRA, M.C.; LIMA, P.G.; **Sobre o Racionalismo e o Empirismo no Campo Pedagógico. Ensaios Pedagógicos (SOROCABA), VOL.1, N.1, JAN./ABR. 2017.**

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRATES JÚNIOR, M. S. L.; SIMÕES NETO, J. E.; **Situações-problema como Estratégia Didática para o Ensino dos Modelos Atômicos. R. B. E. C. T., vol 8, núm. 2, mai-ago. 2015.**

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C.; **Dificuldades de Aprendizagem no Ensino de Química: Algumas Reflexões. In. XVIII Encontro Nacional De Ensino De Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, 2016.**

ROSA, M. I. P. (ORG) **Formar: Encontros e Trajetórias com Professores de Ciências**. SÃO PAULO: Escrituras Editora, 2005.

ROSA DOS SANTOS, R.; **A Transposição Didática do Conceito de Área de Figuras Geométricas Planas no 6º Ano do Ensino Fundamental: Um olhar sob a ótica da Teoria Antropológica do Didático**, Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2015.

ROSA DOS SANTOS, M. **A Transposição Didática Interna de uma Aula de Matemática no 6º ano do Ensino Fundamental**, In VII Congresso Iberoamericano de Educación Matemática (VII CIBEM), Montevideo, Uruguay, 2013.

SOARES, M. H. F. B.; **Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: teoria, métodos e aplicações**. Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, PR, 2008.

SOBRINHO, R. S.; **A Importância do Ensino da Biologia para o Cotidiano**. Monografia, f.15, Faculdade Integrada da Grande Fortaleza (FGF), Fortaleza, CE, 2009.

SILVA, P.N.; SOUZA, L.O.; CUSTÓDIO, A. C.; SILVA, F.C.V.; E SIMÕESNETO, J. **Análise da Transposição Didática para o Conteúdo de Reações Orgânicas – Primeiras Impressões**. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC), Águas de Lindóia, SP, 2013.

SILVA, P. N.; SILVA, F.C.V.; SIMÕES NETO, J.E. **A Transposição Didática como recurso para análise do Saber intramuros da sala de aula do conteúdo Termoquímica**. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ), Ouro Preto, MG, 2014.

SILVA, P. N.; SILVA, F.C.V.; SIMÕES NETO, J. E. **A Transposição Didática do Conteúdo de Reações Orgânicas**. Gôndola, v. 10, n. 2, 2015a, p. 35-48.

SILVA, P. N.; SILVA, F. C. V.; SIMOES NETO, J, E. **A Transposição Didática do Conteúdo de Cinética Química: do Saber Científico ao Saber a Ser Ensinado**.

In X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC), Águas de Lindóia, SP, Brasil, 2015b.

SILVA, P. N.; SOUZA, L. O.; SILVA, F. C. V.; SIMÕES NETO, J. E. **A Transposição Didática do Conteúdo Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis, SC, 2016.

SILVA, P. N.; SILVA, F. C. V.; SIMÕES NETO, J. E.; **A Transposição Didática do Conteúdo Equilíbrio Químico Molecular**, Acta Scientiae, v.19, n.6, nov./dez. 2017.

SILVA, P.N.; SIMÕES NETO, J.E.; BRITO LIMA, A.P.A.; **Levantamento Bibliográfico Sobre as Principais Produções da Teoria Antropológica do Didático: Um Enfoque para o Ensino das Ciências**. In: V Congresso Nacional de Educação (V CONEDU), Olinda-PE, 2018.

SILVA, P.N.; SIMÕES NETO, J.E.; BRITO LIMA, A.P.A.; **Uma Revisão sobre a Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático no Ensino das Ciências**. Anais In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XII ENPEC), Natal, RN. 2019.

SOUZA, L.O. **A Dinâmica do Contrato Didático na Elaboração e Aplicação de uma Intervenção Didática sobre Calorimetria Baseada na Resolução de Situações-Problema**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

TEIXEIRA, S. R.; MACIEL, M. D. **Grupo Focal: Técnica de Coleta de Dados e Espaço de Formação Docente**. Anais In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC). Florianópolis, SC, 2009.

VAN DRIEL, J.H.; Students' Corpuscular Conceptions In The Context Of Chemical equilibrium and Chemical Kinetics. **Chemistry Education: Research and Practice Ineurope**. Vol. 3, Nº. 2, p. 201-213, 2002.

## APÊNDICE 1



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS  
NÍVEL DOUTORADO**



### PLANEJAMENTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICA

#### A) Identificação da Proposta

<b>Escola:</b>
<b>Público-Alvo:</b>
<b>Conteúdo:</b>
<b>Tema:</b>
<b>Título da Intervenção Didática:</b>
<b>Objetivos:</b>

#### B) Situação-Problema

<b>Contexto Escolhido:</b>
<b>O que se deseja que o aluno aprenda (objetivo-obstáculo):</b>
<b>Marcador do sistema de restrição:</b>
<b>Situação-Problema:</b>

**C) Sistema de Recursos:**

<b>Atividade 1:</b>
<b>Tempo:</b>
<b>Espaço Físico:</b>
<b>Descrição da atividade:</b>
<b>Objetivos:</b>
<b>Forma de organização da turma:</b>
<b>Recursos Didáticos:</b>

<b>Atividade 2:</b>
<b>Tempo:</b>
<b>Espaço Físico:</b>
<b>Descrição da atividade:</b>
<b>Objetivos:</b>
<b>Forma de organização da turma:</b>
<b>Recursos Didáticos:</b>

<b>Atividade 3:</b>
<b>Tempo:</b>
<b>Espaço Físico:</b>
<b>Descrição da atividade:</b>
<b>Objetivos:</b>
<b>Forma de organização da turma:</b>
<b>Recursos Didáticos:</b>

<b>Atividade 4:</b>
<b>Tempo:</b>
<b>Espaço Físico:</b>
<b>Descrição da atividade:</b>
<b>Objetivos:</b>
<b>Forma de organização da turma:</b>
<b>Recursos Didáticos:</b>

#### **D) Estratégia para Resolução da Situação-Problema**

--

#### **E) Avaliação**

--

## APÊNDICE 2

### UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Nós, **Larissa Oliveira de Souza e Priscila do Nascimento Silva**, mestrandas em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, estamos desenvolvendo a pesquisa intitulada “**A Dinâmica do Contrato Didático e Transposição Didática nos Momentos de Elaboração e Aplicação de Uma Intervenção Didática Baseada na Estratégia de Resolução de Situações-Problema**”, sob a orientação dos Professores Dra. Anna Paula de Avelar Brito Lima e Dr. José Euzebio Simões Neto.

Por este motivo venho, pelo presente, solicitar a sua participação, juntamente com todos os demais alunos do 2º ano do Ensino Médio, na pesquisa. A participação não é obrigatória e constará de entrevistas e momentos de videogravação de algumas aulas de Química.

Os objetivos deste estudo são: Analisar o processo interno da transposição didática do saber e o contrato didático dessa relação intramuros da sala de aula. Destacamos que entre os objetivos do trabalho não está a análise das aulas do professor, nem observação específica quanto a aprendizagem dos estudantes, apenas a dinâmica do saber intramuros da sala de aula.

Informo que as videograções ficarão a disposição dos participantes ou responsáveis que poderão autorizar, ou não, a divulgação das imagens gravadas. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento e sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora, a disciplina ou a Escola. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Solicito devolução deste documento assinado considerando que o primeiro momento da intervenção para as videograções e entrevistas acontecerá entre Agosto/Setembro de 2017, em data a ser agendada com o Professor de Química e a coordenação da escola de acordo com a sua disponibilidade.

#### Dados das Pesquisadoras

Larissa Oliveira de Souza - (Tel - 992136874, endereço – Rua Resende, nº39, Bl. 9 Apt. 203, 54753-145, Camaragibe-PE e email – [lariecastro@yahoo.com.br](mailto:lariecastro@yahoo.com.br)).

Priscila do Nascimento Silva – (Tel – 987403849, endereço – Rua Pastor Albérico de Souza, 71, Barro, 51.275-030, Recife-PE e email – [priscilnascimento@yahoo.com.br](mailto:priscilnascimento@yahoo.com.br)).

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. Entendo que meus dados pessoais serão mantidos em sigilo e que os resultados obtidos através da pesquisa serão utilizados para alcançar os objetivos do trabalho expostos acima, incluindo sua publicação na literatura científica especializada.

Recife, 01 de Agosto de 2017.

---

Nome completo do Participante – RG (assinatura)

---

Endereço completo

---

Telefone e email

**APÊNDICE 3****QUESTIONÁRIO PARA SONDAGEM DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS**

1. Porque os alimentos são cozidos mais rapidamente numa panela de pressão?

---

---

---

---

---

2. Porque a chama do carvão aumenta ao abaná-lo?

---

---

---

---

---

3. Para cozinhar o macarrão mais rapidamente é preferível utilizá-lo inteiro ou em pedaços? Explique.

---

---

---

---

---

4. Porque guardamos alguns alimentos numa geladeira ou freezer?

---

---

---

---

---

5. Qual a atuação das enzimas no sistema digestório?

---

---

---

---

---

## APÊNDICE 4

### SITUAÇÃO-PROBLEMA

Paula e Ana almoçavam juntas para colocar a conversa em dia, mas sempre que exageravam nas frituras reclamavam da azia. Paula comprou dois antiácidos: Em pó e comprimido efervescente. Já Ana comprou um comprimido em cápsula e um efervescente, Paula observou que a efervescência terminava em tempos distintos. Ana, notou que um dos remédios aliviava o incômodo mais rapidamente. Explique os fenômenos, baseados em seus conhecimentos químicos. Existe relação entre os dois fenômenos?